HYDROLOGIE DE LA MEDITERRANEE OCCIDENTALE

(GOLFE DU LION, MER CATALANE, MER D'ALBORAN, CORSE ORIENTALE)

14 JUIN-20 JUILLET 1957

par Jean FURNESTIN

AVANT - PROPOS

Depuis les campagnes du « Thor », auxquelles sont dues nos connaissances essentielles sur l'hydrologie de la Méditerranée, cette mer a suscité de nombreuses et importantes recherches ; mais celles-ci, poursuivies surtout en fonction de programmes visant la circulation générale, ont très souvent négligé les régions bordières et se sont adressées davantage aux couches profondes qu'aux eaux de surface.

On se heurte à beaucoup se difficultés lorsqu'on essaie de les exploiter en vue d'une étude écologique des espèces animales, les poissons notamment, dont la biologie subit l'influence profonde des conditions physico-chimiques, diverses et changeantes, qui sont celles de la surface et des zones côtières.

C'est pourquoi il m'a paru utile, pour compléter les données existantes, de procéder à une étude de base couvrant les secteurs géographiques de la frange occidentale de la Méditerranée dans lesquels les rassemblements et déplacements de certaines espèces d'un grand intérêt économique comme les anchois, les thons et les sardines, sont, dans une large mesure, conditionnés par les variations hydrologiques qui s'y produisent.

A cette fin, deux campagnes du « Président-Théodore-Tissier » ont été organisées. L'une en juin et juillet 1957, du détroit de Gibraltar au Golfe du Lion et à la Corse orientale ; l'autre en septembre et octobre 1958, sur l'ensemble du secteur situé au nord du 42^{e} parallèle.

Ce sont les résultats hydrologiques de la croisière de 1957 qui seront exposés ici, en quatre chapitres concernant respectivement

Le Golfe du Lion

La Mer catalane

La Mer d'Alboran

La Corse orientale

Dans ce même fascicule figurera également l'étude, par Ch. ALLAIN, *de la dynamique et des courants généraux dans ces régions, à partir des mêmes données.*

Les autres travaux, sur le plancton, le benthos, l'ichthyologie, ainsi que les données hydrologiques de 1958, seront publiés ultérieurement dans cette même revue.

En annexe : méthode d'analyse utilisée et liste des stations avec les données concernant la température et la salinité.

CHAPITRE I

LE GOLFE DU LION

L'hydrologie du Golfe, lequel a été laissé par le « Thor » en dehors de ses itinéraires méditerranéens, est très imparfaitement connue ; ce n'est qu'à une date récente que certains de ses aspects, très partiels, ont pu être décrits.

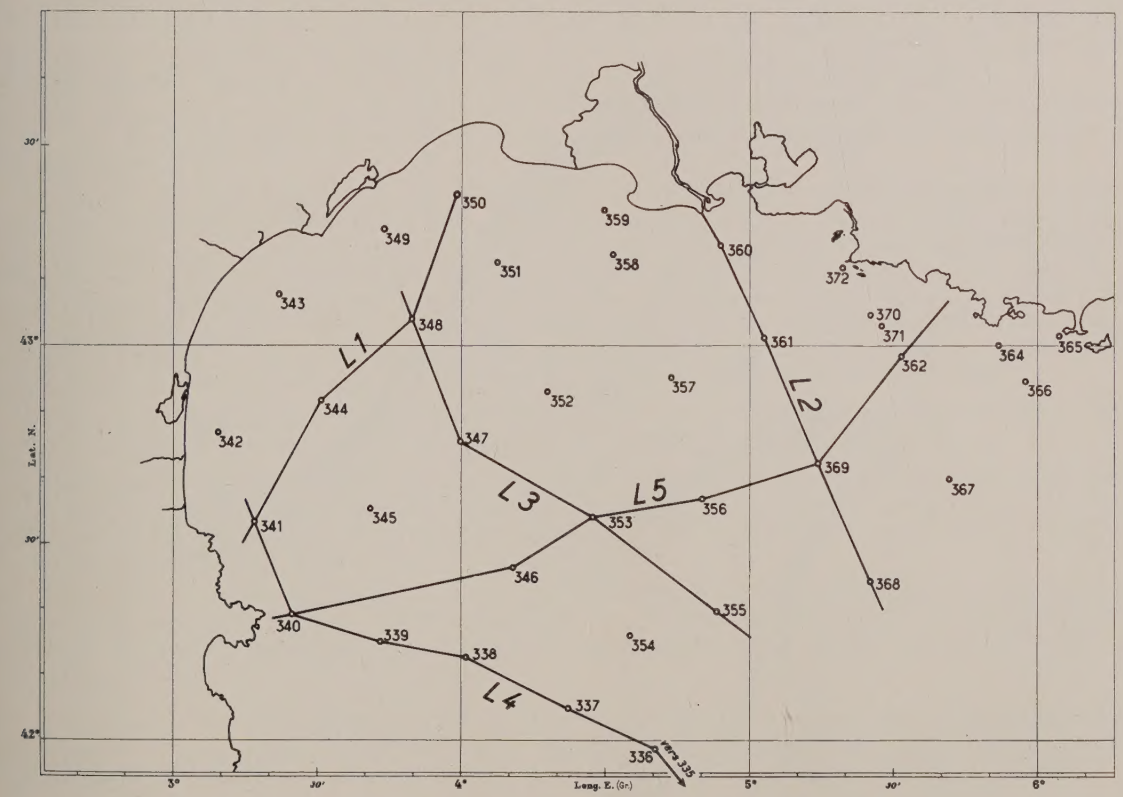

FIG. 1. — *Golfe du Lion. Carte des stations et des coupes hydrologiques faites aux mois de juin et de juillet 1957.*

Pourtant, cette région de par les caractères géographiques, géologiques et climatiques qui lui sont propres, présente un immense intérêt. Le Golfe possède, en effet, un plateau continental, « *la planase* », d'un développement inhabituel pour la Méditerranée, et ce plateau est entaillé sur toute sa bordure par de profonds et nombreux cañons. De plus, un fleuve puissant, le Rhône, y déverse ses eaux et un vent dominant du nord et du nord-est, le mistral, y souffle avec une fréquence soutenue. Ces facteurs, parmi d'autres, lui confèrent un régime dont l'influence peut s'étendre bien au-delà de ses propres limites.

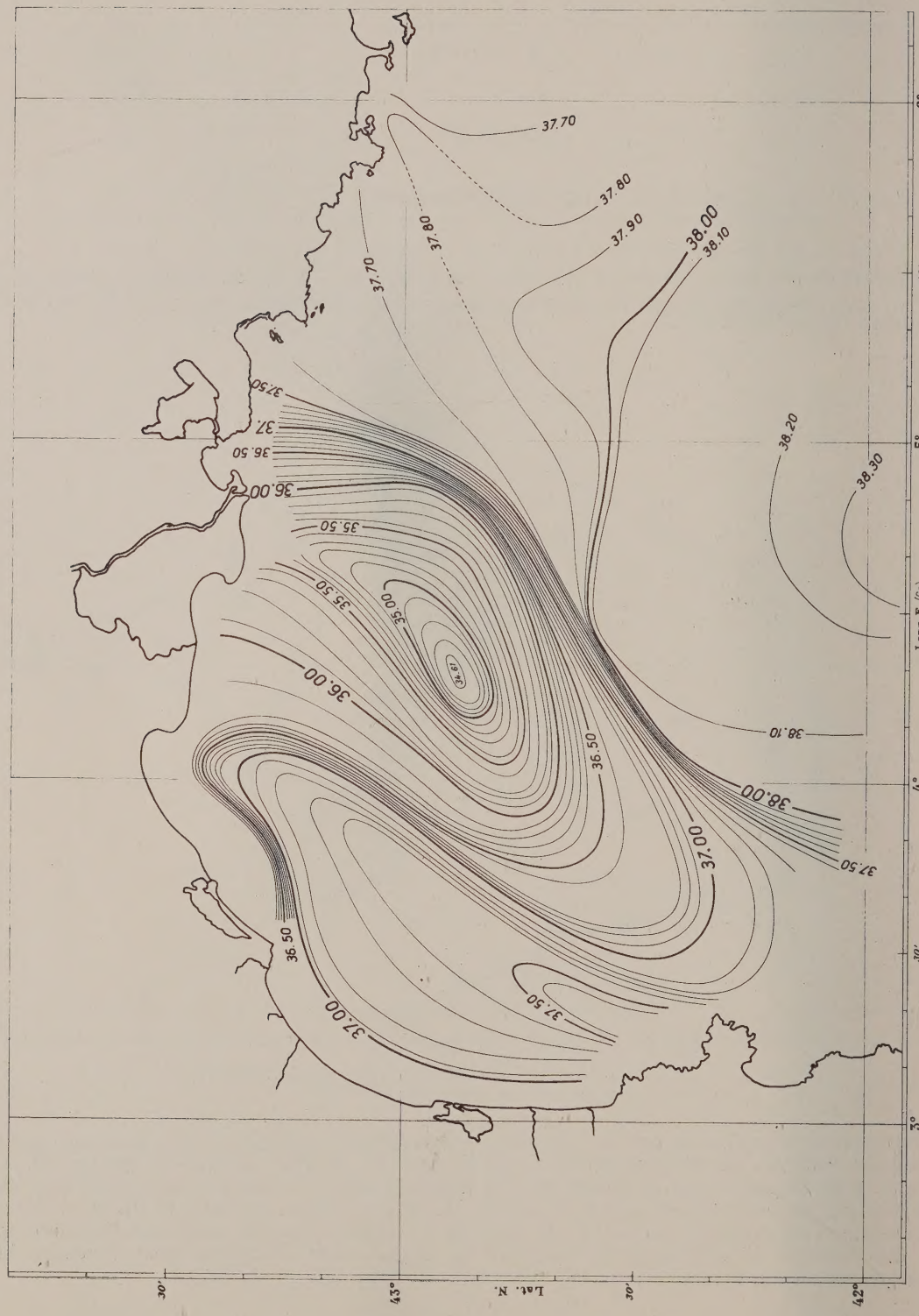

FIG. 2. — *Golfe du Lion. Isohalines à 5 m .*

Le programme réalisé au cours du mois de juillet 1957 avait pour but la connaissance de ce régime hydrologique au début de l'été. Il comportait un réseau de stations assez nombreuses, faites dans un laps de temps suffisamment court pour que la situation pût être établie avec une certaine précision. La figure 1 donne les positions de ces différentes stations ainsi que le tracé des coupes hydrologiques exploitées.

1° Cartes des salinités.

Les isohalines que ce réseau a permis de tracer offrent une image insoupçonnée du phénomène essentiel qui marque l'hydrologie du Golfe au début du mois de juillet.

La carte des isohalines à 5 mètres (fig. 2) surprend, en effet, par le groupement bien ordonné de lignes concentriques qui, autour d'un noyau aux salinités inférieures à 35.00 (s'abaissant même jusqu'à 34.61), s'orientent du delta du Rhône au cap Creus puis, rebroussées en direction sensiblement opposée, retournent le long de la côte du Languedoc vers leur point de départ.

Au large, cet ensemble d'isohalines étroitement serrées est contenu par une autre formation aux lignes beaucoup plus lâches, différemment orientées et exprimant des salinités très supérieures : de 38.00 à 38.30.

Bien qu'un tracé d'isohalines (ou d'isothermes) ne puisse être toujours considéré comme le témoin de courants, celui de la figure 2 évoque l'écoulement d'une eau légère, douée d'une assez grande vitesse qui lui permet de glisser le long d'une masse plus dense. Et ce tracé traduit, d'évidence, l'existence d'un système qui tourbillonne entre la masse des eaux méditerranéennes du large et la côte. C'est l'image frappante d'un fleuve, le Rhône,qui épand ses eaux dans la mer et continue à couler suivant la corde de demi-cercle que dessine le Golfe du Lion. Puis ce cours, resserré entre les eaux denses du large et la côte pyrénéenne, est rabattu le long du Languedoc où sa salinité, par le jeu des mélanges avec l'eau sous-jacente, est portée à un taux intermédiaire de 37.00 à 37.60.

Les deux éléments qui composent ce tourbillon seront désignés ici sous les noms de *courant du Rhône*, pour le premier, et de *contre-courant du Languedoc* pour le second.

Mais lorsqu'il atteint le cap Creus, le courant du Rhône n'abandonne qu'une partie, importante il est vrai, de ses eaux au contre-courant précité. Il continue à se propager avec une concentration saline plus forte, comme il est naturel, en direction de la Mer catalane ainsi que l'indique l'ouverture des isohalines de 37.30 à 38.00.

Les cartes suivantes vont nous renseigner sur l'importance, en profondeur, de ce courant et l'on verra qu'en dehors de la zone côtière proprement dite, il n'intéresse qu'une couche très superficielle, quelques dizaines de mètres tout au plus, au-dessous de laquelle sont les eaux méditerranéennes qui lui servent de lit.

La carte des 10 mètres (fig. 3), sans marquer de notables différences avec la précédente, révèle néanmoins une augmentation appréciable de la salinité des deux courants. Quant à la masse des eaux méditerranéennes du large, elle reste pratiquement inchangée.

La carte des 20 mètres (fig. 4) laisse encore apparaître des eaux rhodaniennes dans un mouvement tourbillonnaire. Cependant, les isohalines déjà déformées et la salinité accrue bien qu'encore relativement basse (36.90 à 37.70), sont l'indication d'un mélange qui s'accentue, avec les eaux salées sous-jacentes, tandis que les eaux du large restent, par leur salinité de 38.00 à 38.20, identiques à celles de la surface.

La carte des 30 mètres (fig. 5) fait ressortir combien l'influence des eaux déversées par le Rhône s'atténue vite en profondeur, mais la topographie précédemment décrite n'est pas totalement estompée. On la devine encore au niveau des 40 m (fig. 6) où, toutefois, le mélange avec l'eau méditerranéenne s'est intensifié.

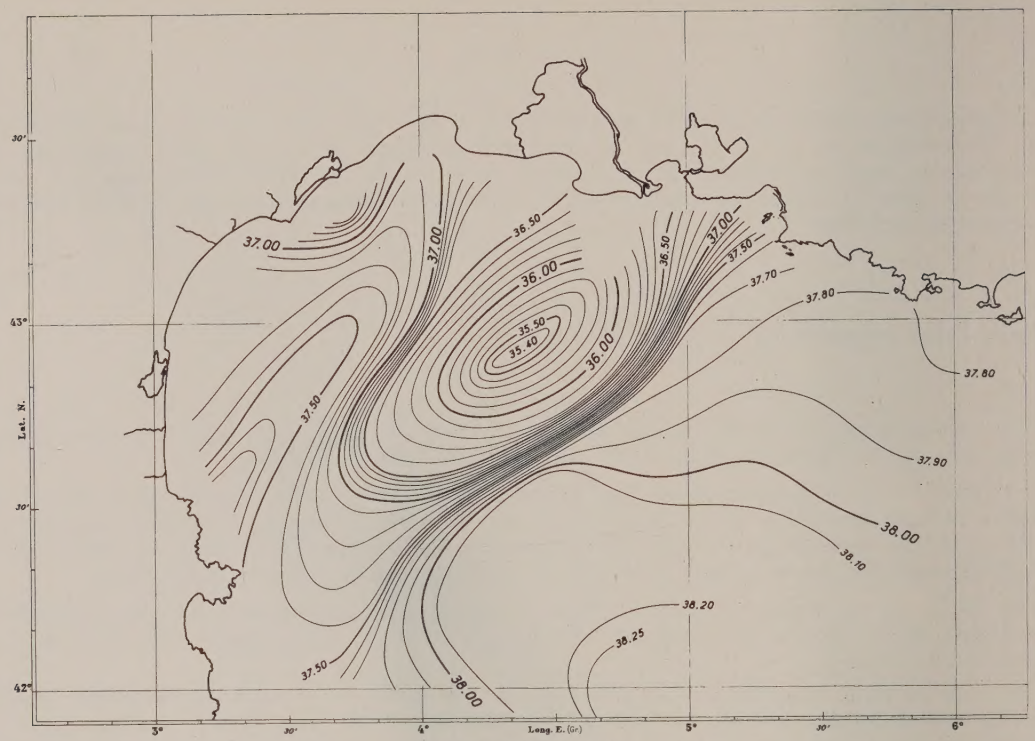

FIG. 3. — *Golfe du Lion. Isohalines à 10 m .*

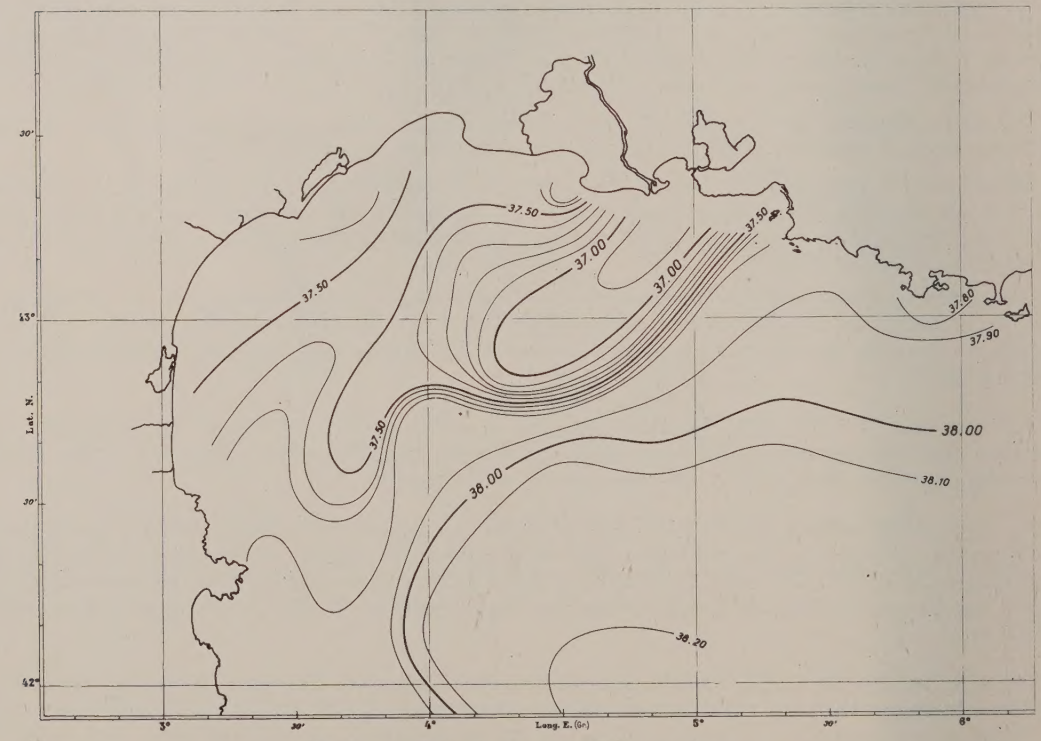

FIG. 4. — *Golfe du Lion. Isohalines à 20 m .*

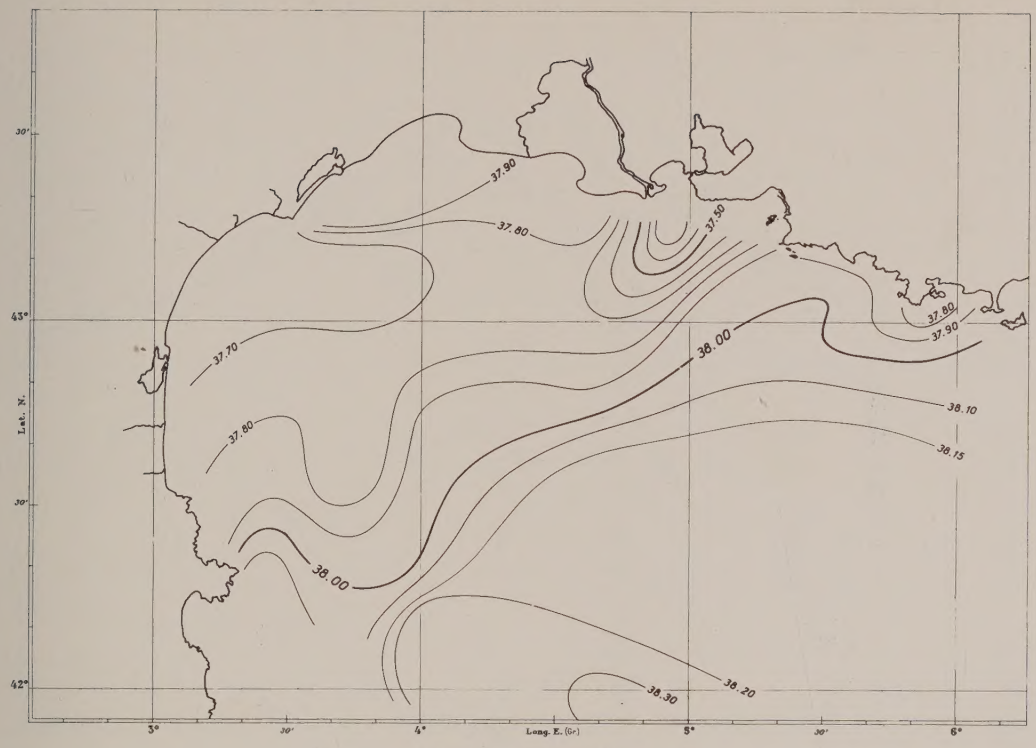

FIG. 5. — *Golfe du Lion. Isohalines à 30 m .*

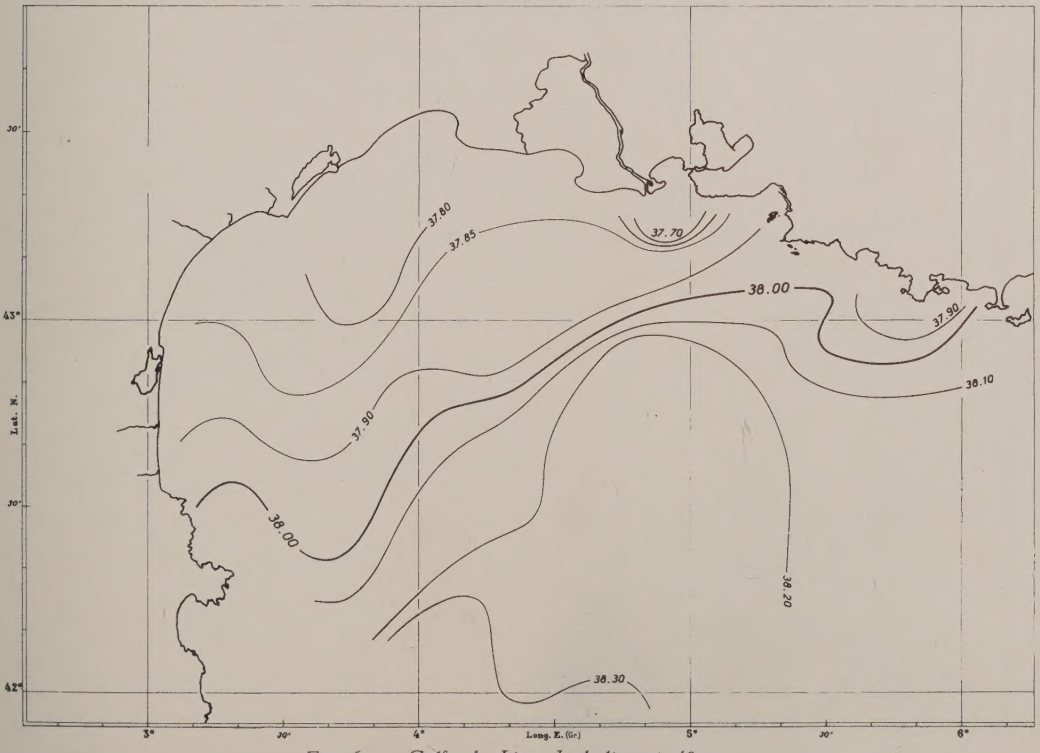

FIG. 6. — *Golfe du Lion. Isohalines à 40 m .*

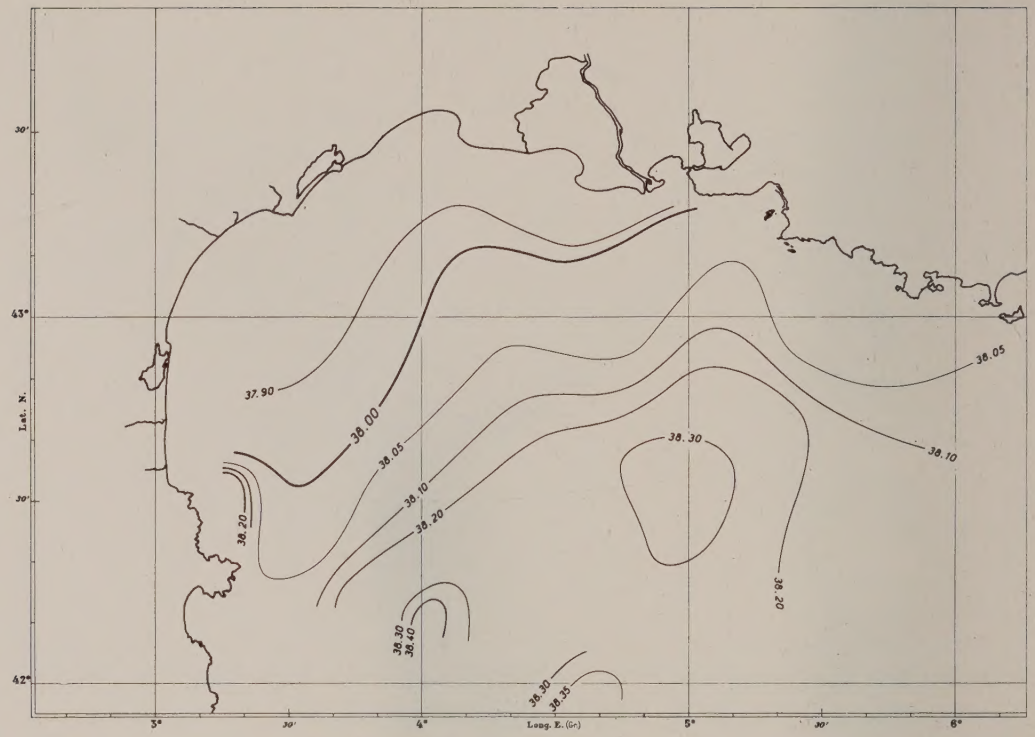

FIG. 7. — *Golfe du Lion. Isohalines à 50 m .*

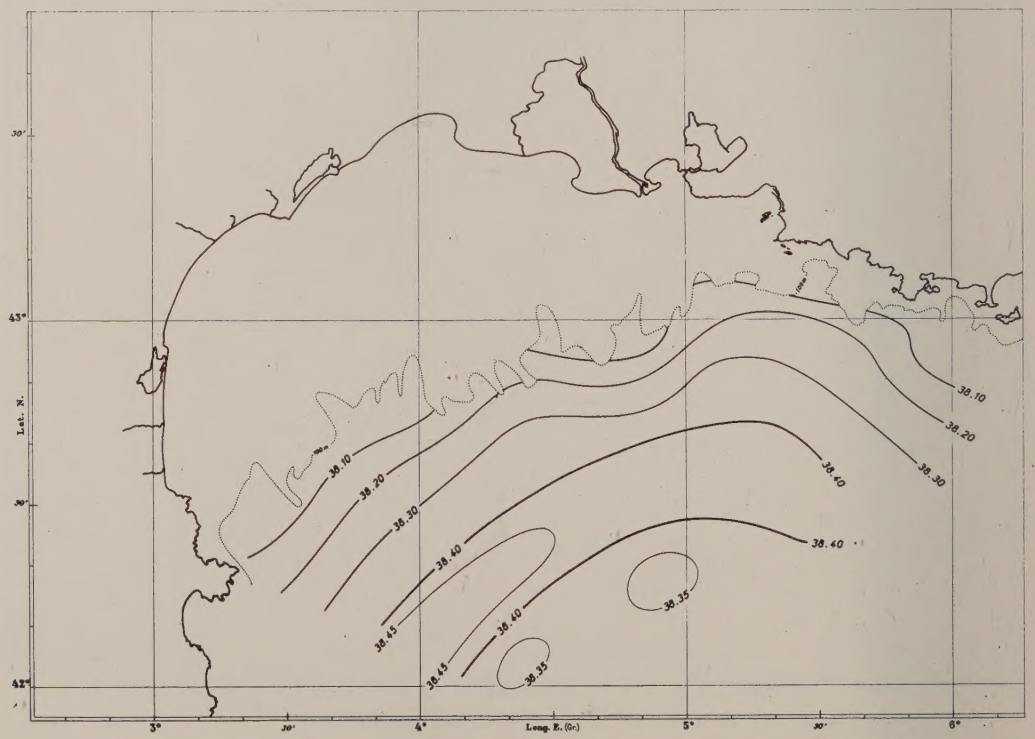

FIG. 8. — *Golfe du Lion. Isohalines à 100 m .*

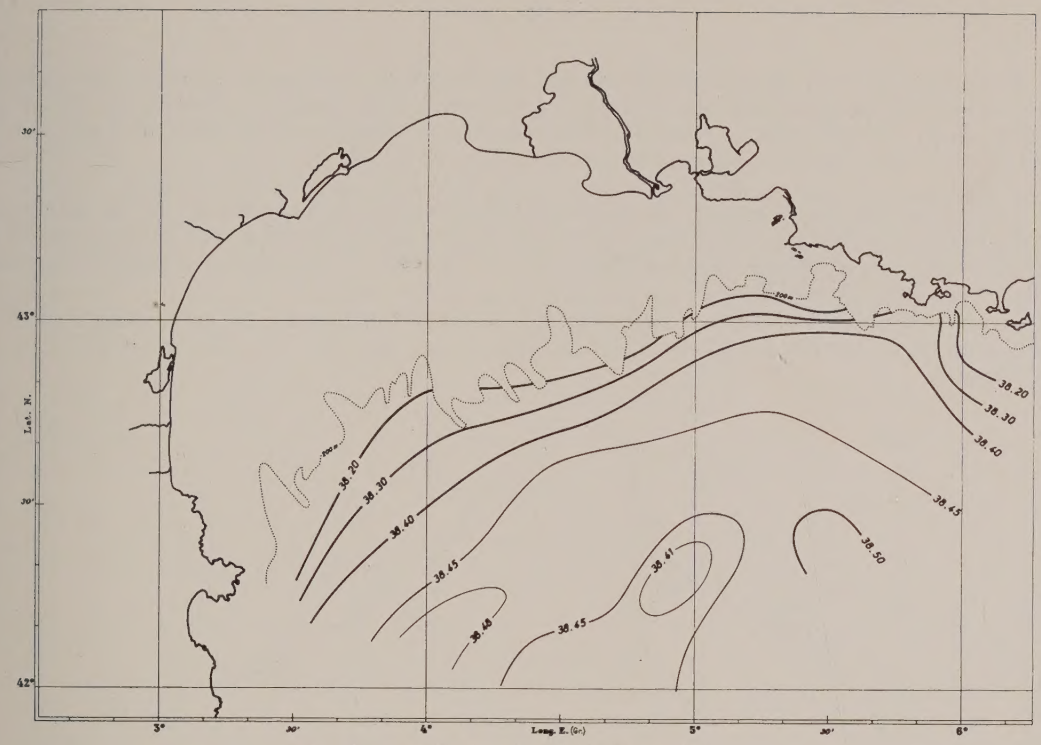

FIG. 9. — *Golfe du Lion. Isohalines à 200 m .*

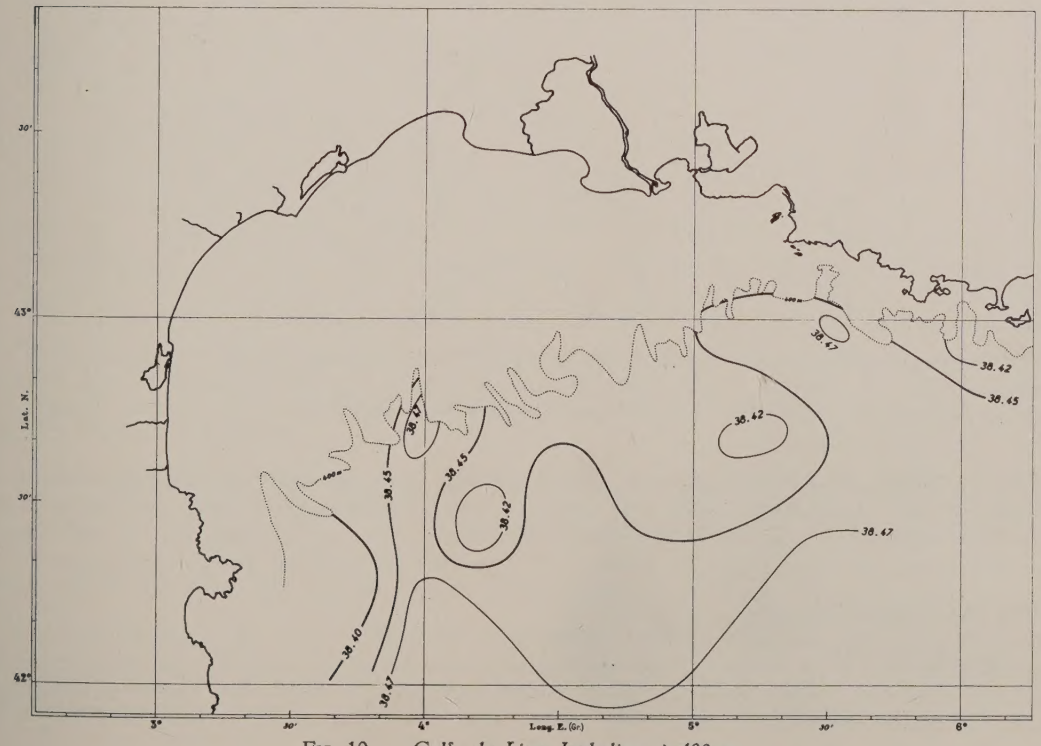

FIG. 10. — *Golfe du Lion. Isohalines à 400 m .*

A 50 mètres (fig. 7), la ligne de 38.00 empiète sur la planase et, apparemment, les eaux du Rhône, dont l'influence ne se retrouve plus que dans une certaine dilution de la zone côtière (37.90), cessent de jouer un rôle déterminant. Le Golfe devient le domaine quasi-exclusif d'une eau de transition à 38.20 dans laquelle pointent des noyaux à plus de 38.30.

A 100 mètres (fig. 8), la bordure du plateau continental échancré par ses cañons est proche. Ce niveau reste celui des eaux de transition, au large desquelles, parallèlement à cette bordure, une nappe étirée d'eau à plus de 38.40 (et même 38.45 dans le sud-ouest) présente déjà le caractère des « *eaux orientales* » de NIELSEN (1912).

Ces eaux orientales deviennent prépondérantes entre *200 mètres* (fig. 9), où la salinité de 38.50 est atteinte au point le plus à l'est du Golfe, et *400 mètres* (fig. 10), où celle de 38.40/38.45 est partout dépassée.

FIG. 11. — *Golfe du Lion. Isohalines à 1 000 m .*

Mais au niveau de 1 000 mètres (fig. 11) la salinité, bien qu'encore élevée, est moindre. On a affaire à des eaux d'une autre nature : les eaux d'origine hivernale, ainsi que le confirmera la température (inférieure à 13°), et qui seront définies plus loin.

2° Carte des températures.

Les températures dans les eaux superficielles ne traduisent pas les courants que les salinités permettent de déceler car, en cette saison de forte insolation, les eaux du Golfe, quelle que soit leur salure, se réchauffent vite.

On remarquera *sur la carte des 5 mètres* (fig. 12) que les isothermes de 22°5 forment, en direction du sud-est, à partir du rivage qui s'étend des Bouches-du-Rhône à l'étang de Thau, un large couloir plus chaud que les secteurs situés de part et d'autre ; en son centre figurent des températures dépassant 23°.

Cette configuration de la carte thermique est peut-être imputable au vent du nord qui, durant la croisière du « Président-Théodore-Tissier », a soufflé avec une fréquence inhabituelle dans le secteur des Bouches-du-Rhône et du Roussillon. Mais elle tient aussi, dans une certaine mesure, à la nature des eaux. C'est ainsi qu'entre ce couloir et la côte catalane, dans la nappe salée la plus franchement méditerranéenne, au large, se dessine un lobe de température moindre (18°82 à 20°50).

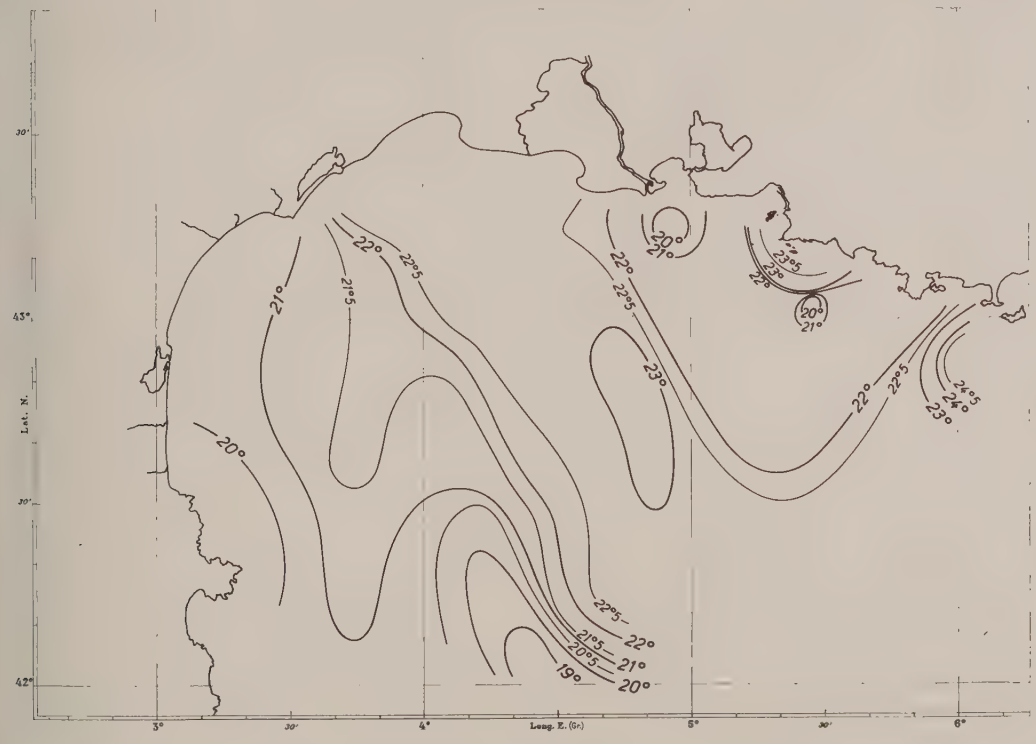

FIG. 12. — *Golfe du Lion. Isothermes à 5 m .*

Les cartes de 10 à 50 mètres (fig. 13 à 17) offrent des images comparables mais rapidement déformées avec la profondeur et aux températures déclinantes. On a toujours, à 50 m, le couloir précédemment décrit, mais il est limité par les isothermes de 14°5 et flanqué, au nord-est et au sud-ouest, par des eaux à 13°5/14°.

A 100 mètres (fig. 18), les isothermes ont pris une autre orientation ; plus ou moins parallèles au bord de la planase, elles se répartissent entre 13°5 et 13°, du plateau continental vers la haute mer. La ligne des 13° délimite les eaux méditerranéennes du bassin occidental, d'origine hivernale, au sein desquelles une température un peu plus forte (13°10) signale le pointement des eaux orientales de salinité supérieure à 38.45 (38.47), dans le sud de la carte.

A 200 mètres (fig. 19), si les différences sont légères, elles permettent cependant de partager la zone extérieure du Golfe en une partie nord de température supérieure à 13°10, où prédominent les eaux orientales, et une partie sud de température inférieure à 13°, influencée par les eaux méditerranéennes d'origine hivernale.

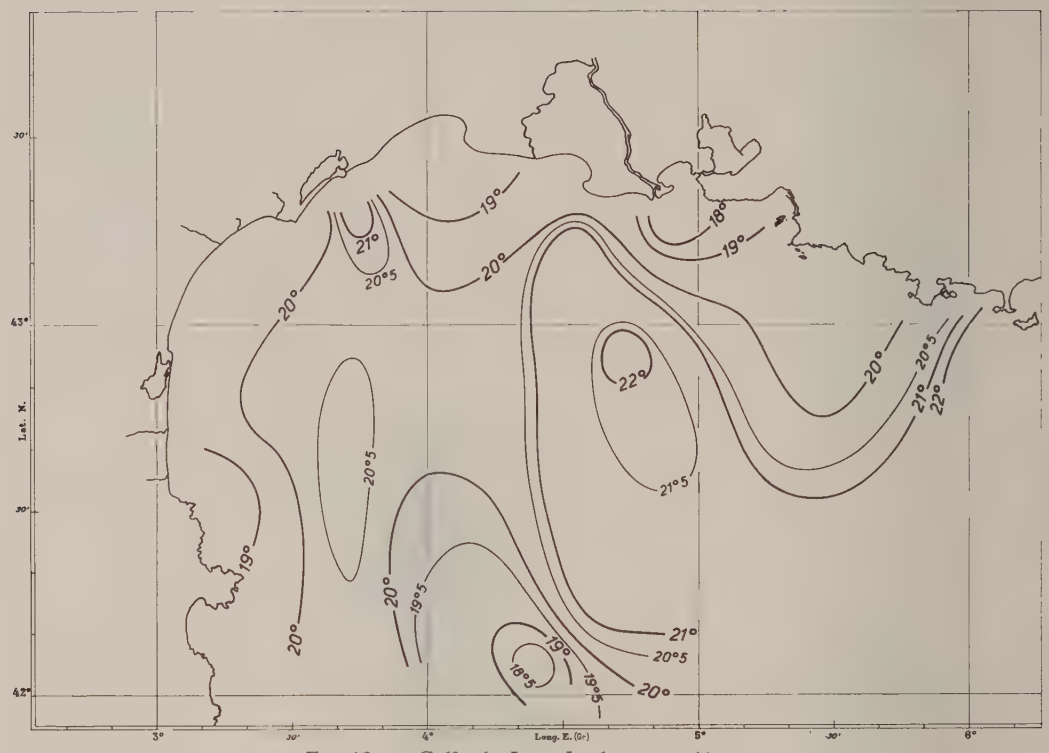

FIG. 13. — *Golfe du Lion. Isothermes à 10 m .*

FIG. 14. — *Golfe du Lion. Isothermes à 20 m .*

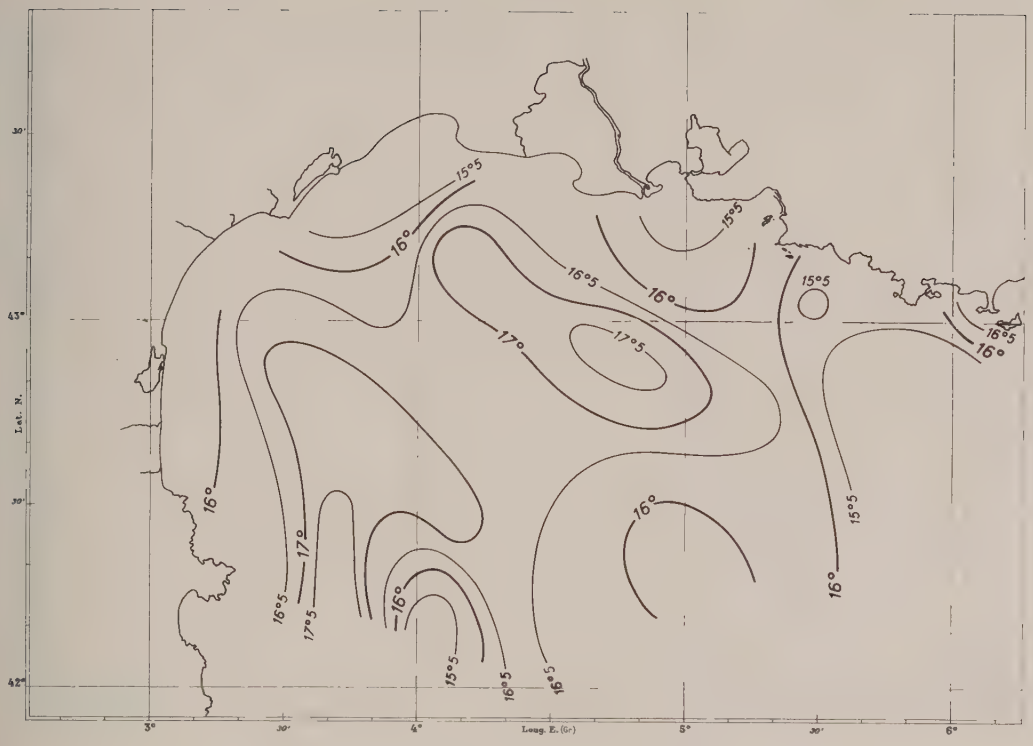

FIG. 15. — *Golfe du Lion. Isothermes à 30 m .*

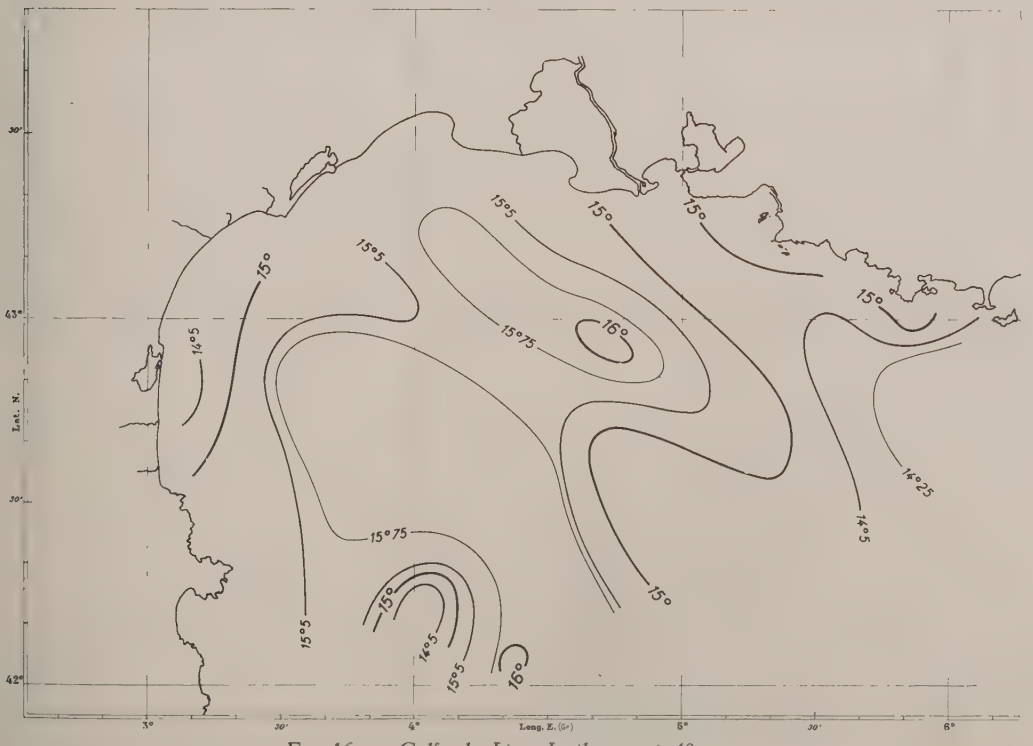

FIG. 16. — *Golfe du Lion. Isothermes à 40 m .*

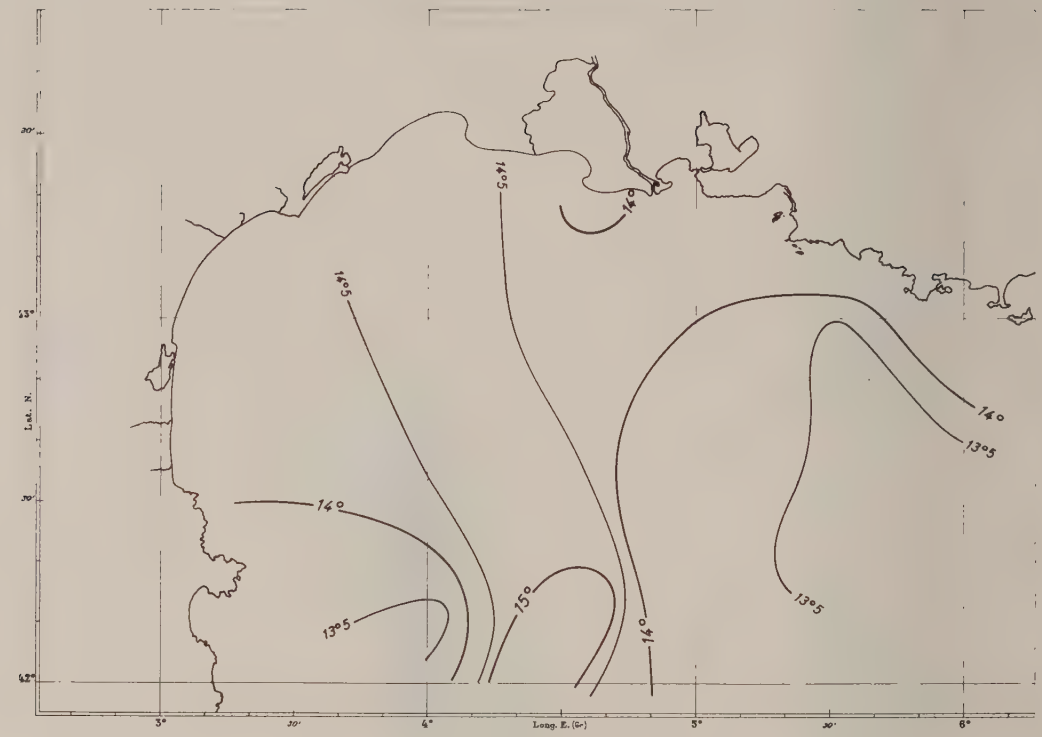

FIG. 17. — *Golfe du Lion. Isothermes à 50 m .*

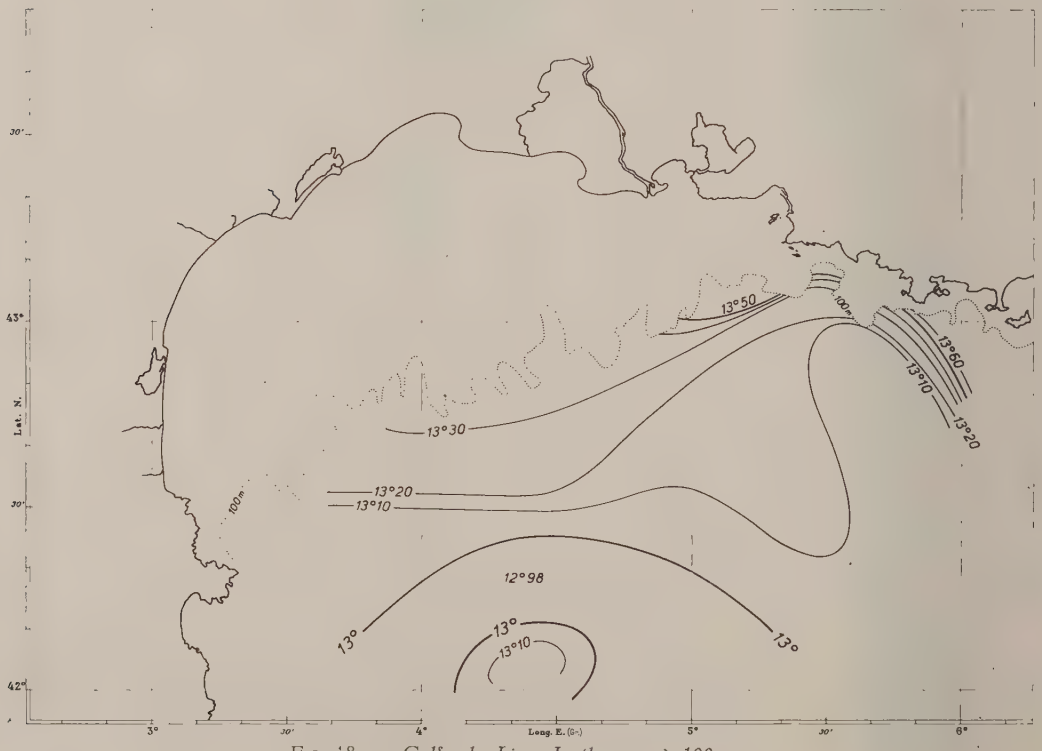

FIG. 18. — *Golfe du Lion. Isothermes à 100 m .*

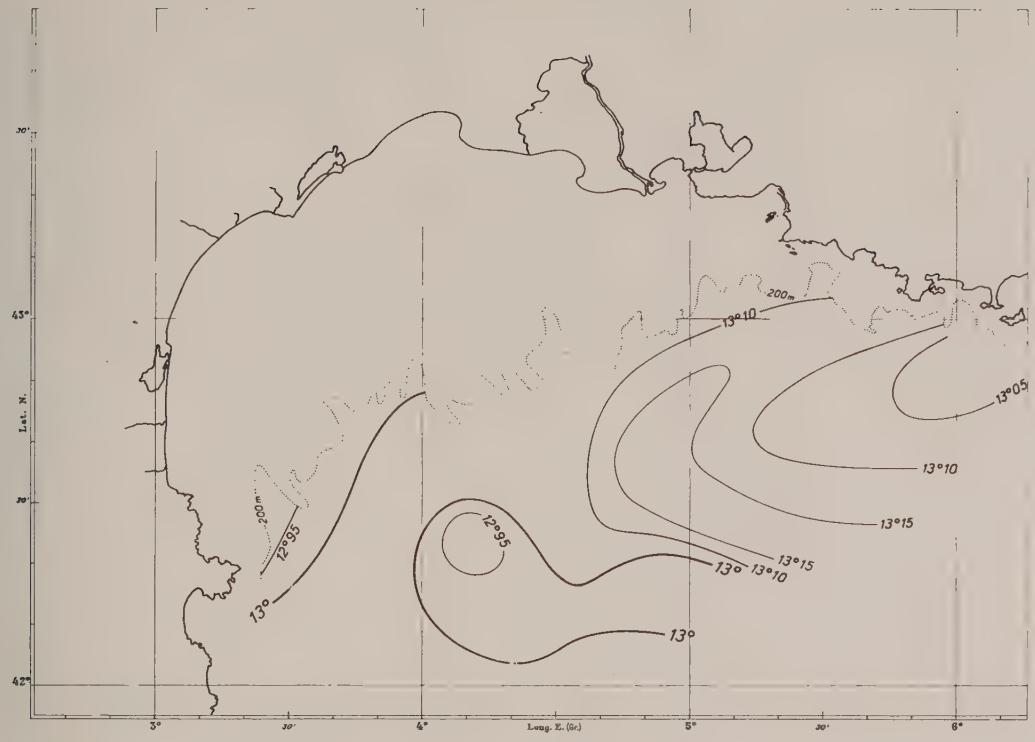

FIG. 19. — *Golfe du Lion. Isothermes à 200 m .*

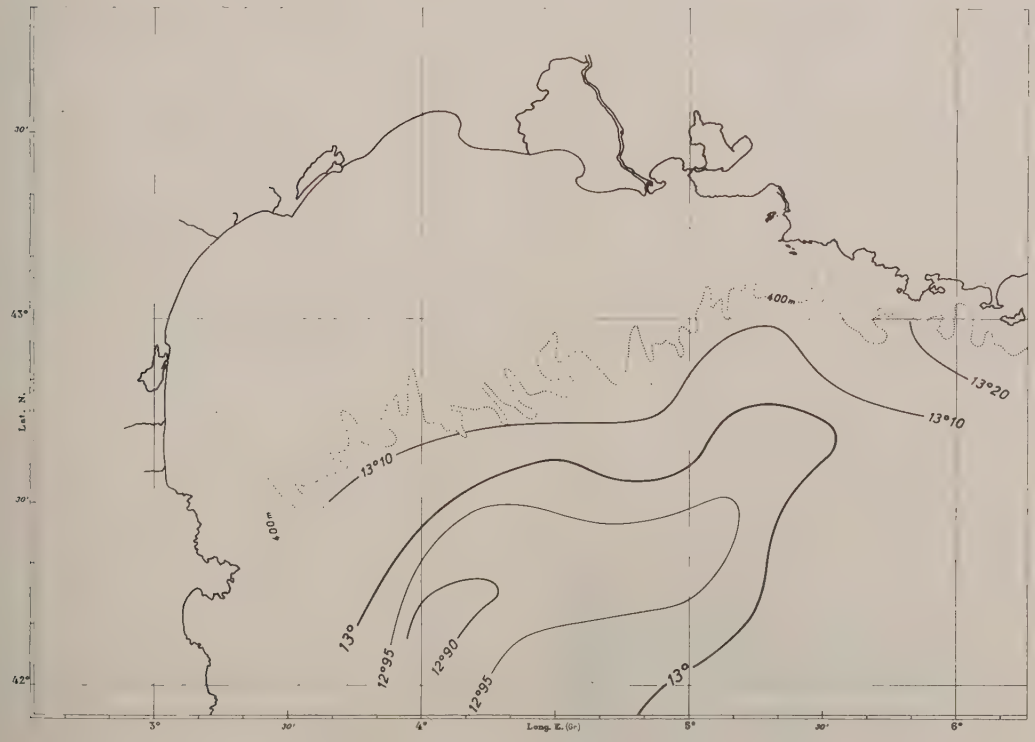

FIG. 20. — *Golfe du Lion. Isothermes à 400 m .*

Les cartes des *400 et des 1 000 mètres* enfin (fig. 20 et 21), avec leurs températures plus basses au sud-ouest, où elles sont inférieures à 13° et même à 12°95, qu'au nord-est, tout en signalant l'importance de ces eaux méditerranéennes à de telles profondeurs, montrent qu'elles s'écartent de la côte provençale pour se développer en direction de la Mer catalane.

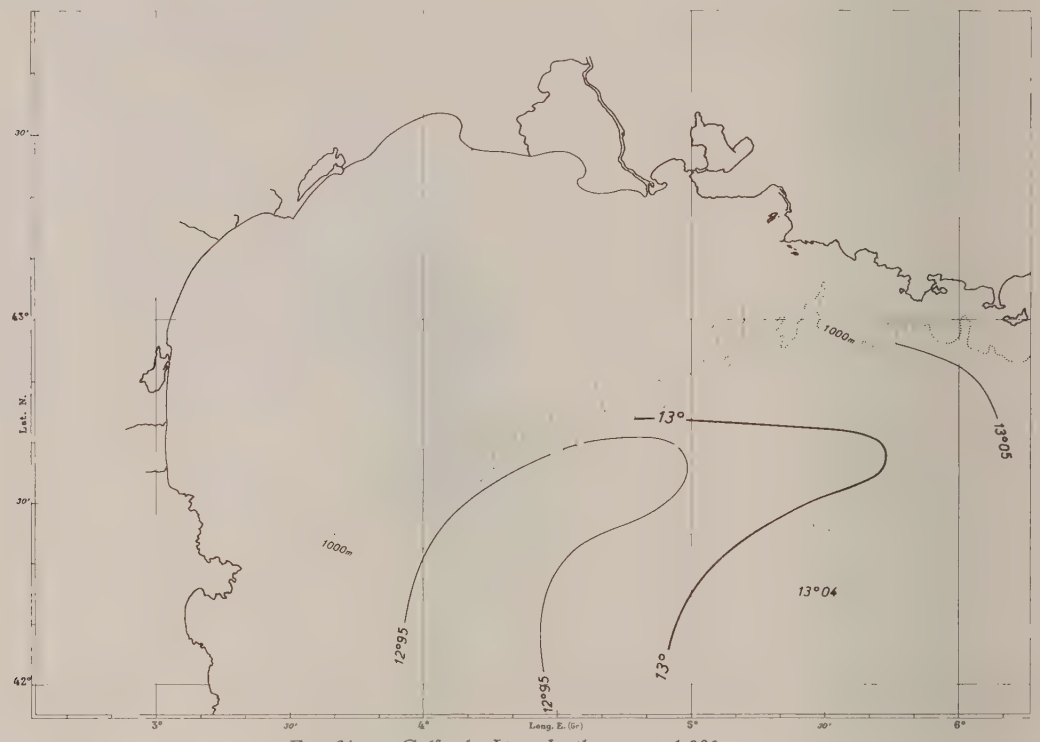

FIG. 21. — *Golfe du Lion. Isothermes à 1 000 m .*

3° Coupes hydrologiques.

Les différences de salinité et de température, susceptibles de renseigner sur la nature des couches réparties de la surface au fond et les rapports qu'elles ont entre elles, apparaîtront mieux sur la série de sections hydrologiques recoupant les diverses parties du Golfe du Lion (fig. 1).

Coupe n° L1 (fig. 22 et 23). Allant du golfe d'Aigues-Mortes à Port-Vendres, cette coupe, qui n'intéresse guère que les fonds continentaux inférieurs à 100 m, fournira un aspect complémentaire de l'hydrologie côtière du Golfe.

L'emboîtement des isohalines de 36.90 à 37.40 dans les premiers mètres, au coin nord de la coupe, dessine le lit du courant du Rhône. Les eaux de celui-ci, tout en se mélangeant avec celles de la planase, étendent leur influence jusqu'au fond où la salinité ne dépasse guère 38.10, passant ainsi, progressivement, à des eaux de transition.

Les températures, décroissant avec régularité de la surface au fond, en correlation inverse avec les salinités, conduisent à la même constatation.

On notera, dans la partie sud, vers 50 m, un noyau à 38.22 (il se retrouvera sur la coupe n° L4). Participant au mouvement qui, dans cette zone de turbulence, sépare le courant du Rhône de son contre-courant languedocien, il s'est isolé de sa couche originelle (eau méditerranéenne d'origine hivernale récente) qui s'étend au large du cap Creus sous les eaux superficielles.

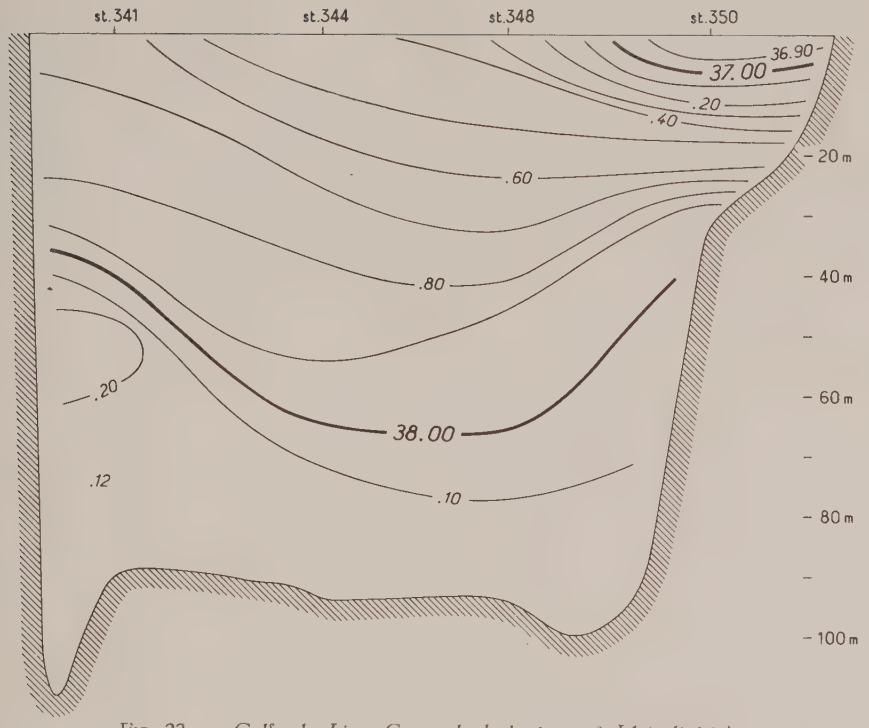

FIG. 22. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L1 (salinités).*

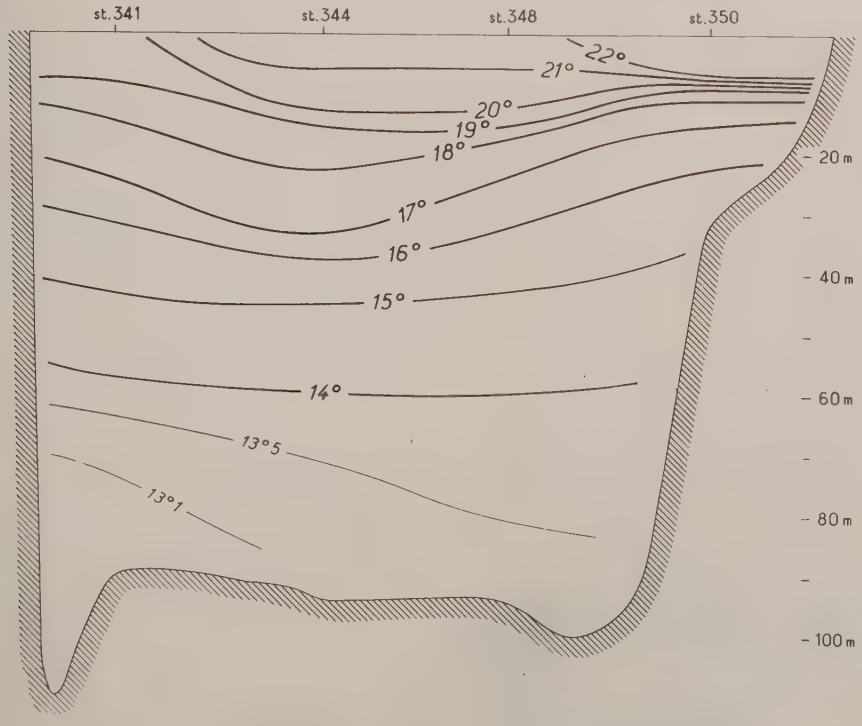

FIG. 23. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L1 (températures).*

Coupe n° L2 (fig. 24 et 25). Les salinités basses (36.27 à 37.50), sur le coin continental de la coupe, signalent les eaux du Rhône dont l'influence se fait sentir là aussi, suivant les isohalines de

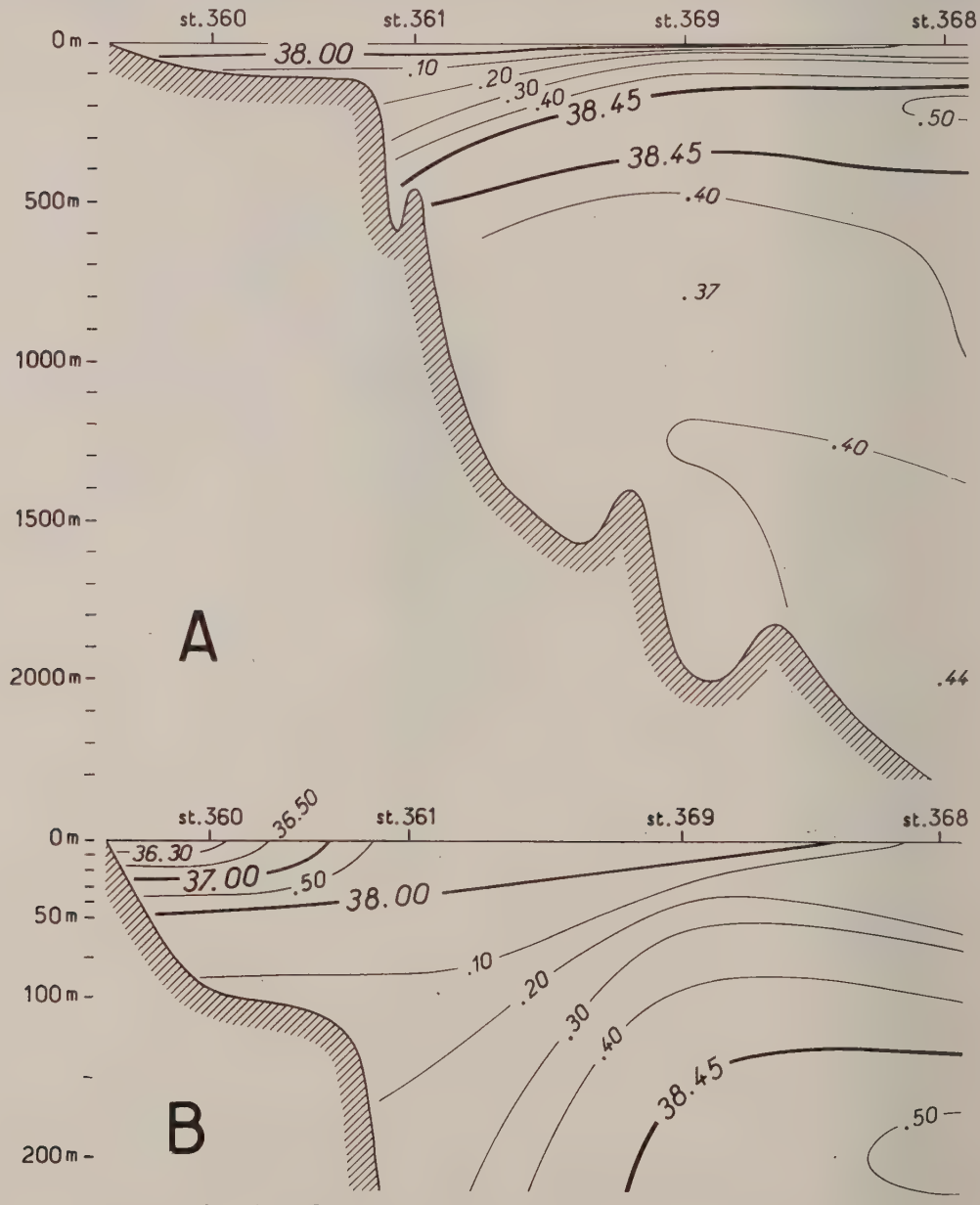

FIG. 24. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L2 (salinités).*

38.00 et 38.10, jusqu'à une profondeur de près de 100 m. Le courant du Rhône s'écoule sur un lit d'eau de transition à 38.20/38.30 qui s'enfonce de 200 à 300 m sur le talus du socle continental.

A cet horizon, et remontant jusqu'au niveau de 100 m au large (station 368) où il s'efface, un minimum thermique léger mais réel (fig. 25 B) apparaît. Il marque la limite des eaux de surface, mais

il a, de plus, une autre signification. Ancré sur le talus, il est en quelque sorte le témoin en voie de réchauffement (13°1) d'une couche d'eau habituellement caractérisée par une température inférieure à 13°. Cette couche qui s'est constituée en surface au cours de la saison froide précédente, a évacué

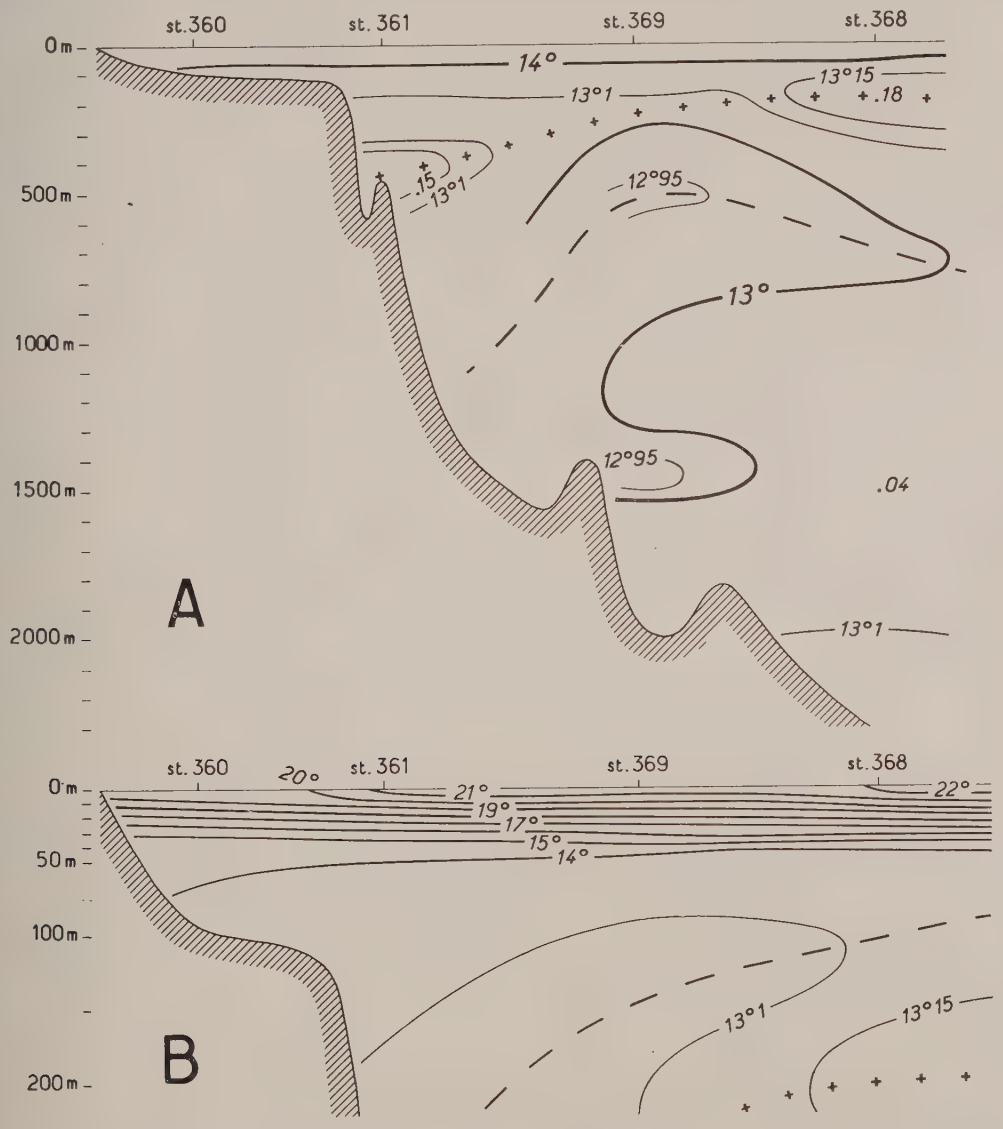

Fig. 25. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L2 (températures). Les croix situent le maximum thermique de la couche orientale, les tirets les minimum des couches septentrionales.*

ce secteur depuis le printemps ; on la retrouvera à l'orée de la Mer catalane et il sera question de cette formation plus loin.

Au-dessous de ce minimum thermique, se place, au large, une couche d'eau orientale indiquée par un maximum thermique (13°18) et une salinité supérieure à 38.45 (38.50 à la station 368). Cette couche, qui occupe les niveaux de 120 à 400 m au sud-est, tend à perdre son caractère thermique vers le milieu du Golfe. Mais elle y conserve une salinité élevée (38.46 à la station 369, 38.45 à la station 361) et s'enfonce jusqu'à 400/500 m sur le talus où sa température augmente de nouveau.

Sous la couche d'eau orientale, salinité et température en diminution concordante caractérisent

une masse, de peu inférieure à 13° et 38.40, qui, appuyée sur la pente continentale jusqu'à la profondeur de 1 500 m et même 2 000 m, décrit un lobe dirigé vers le large. Cette masse correspond à l'eau méditerranéenne typique, décrite par TCHERNIA (1956). Elle est de même constitution que la

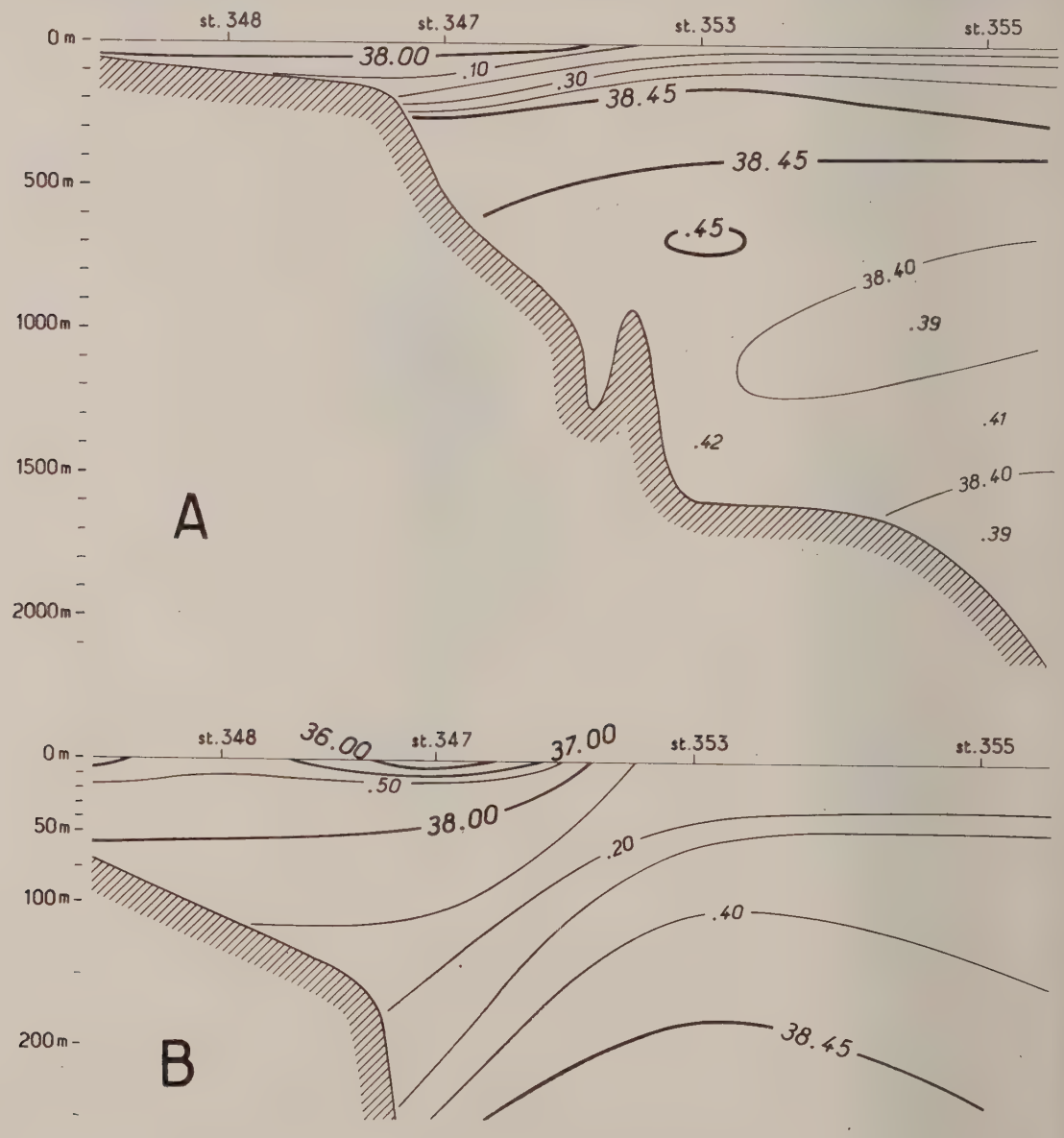

FIG. 26. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L3 (salinités).*

couche superficielle froide, signalée plus haut par un premier minimum thermique, mais elle doit être considérée comme une formation antérieure résultant de l'accumulation en profondeur des eaux de surface refroidies et alourdies au cours des saisons froides successives.

A l'extérieur du Golfe, à partir de 1 300/1 500 m, on passe de cette eau méditerranéenne à une « eau de fond » plus salée et plus chaude (13°10 à 2 000 m) qu'un tel caractère apparente à l'eau

orientale et qui, selon toute probabilité, provient de l'est provençal.

Coupe n° L3 (fig. 26 et 27). D'assez sensibles différences s'inscrivent sur cette coupe située au sud-ouest de la précédente.

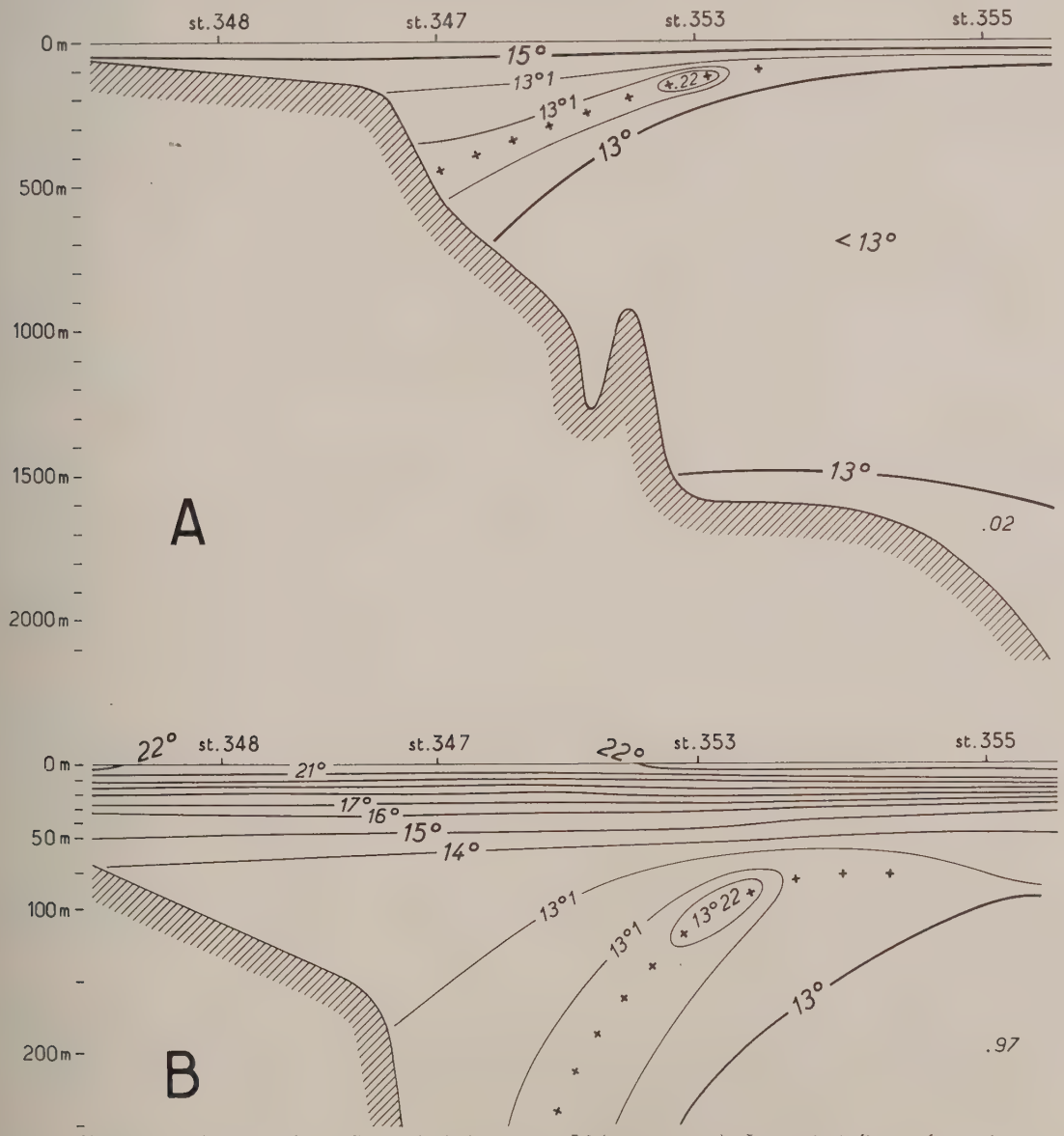

Fig. 27. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L3 (températures). Les croix indiquent le maximum thermique de la couche orientale.*

Si, en surface (fig. 26 B), on retrouve les eaux peu salées du courant du Rhône (35.61 à 37.00), celles du contre-courant du Languedoc (36.11 à 37.00) apparaissent aussi, bordant la côte (station 349 hors de la coupe). On voit que ces eaux diluées, progressivement mélangées à celles de la subsurface, exercent leur influence sur toute la largeur de la zone côtière jusqu'à la pente continentale.

Au large, l'effet des eaux du Rhône disparaît assez rapidement pour que, dès le niveau de 40 à

50 m, se rencontrent des eaux de transition à 38.20/38.30 qui, au-dessous de 100 m, cèdent la place à des eaux de salinité et de température supérieures à 38.40 et 13°10.

La couche orientale, si intéressante à observer, se voit au large, vers 300 m, sur une centaine de mètres d'épaisseur seulement. Elle se rapproche à moins de 200 m de la surface au centre du Golfe pour plonger légèrement et s'épaissir sur le talus où elle s'enfonce entre 300 et 600 m environ. Sa salinité, supérieure à 38.45, atteint 38.49 à la station 353. La température offre un maximum supérieur à 13° (13°10 avec un noyau apical à 13°22) qui marque avec les eaux ambiantes une différence suffisante pour caractériser cette couche. Ce maximum thermique suit sensiblement la même courbe que le maximum de salinité, mais se situe au-dessus de lui ; ne se prolongeant pas jusqu'au large, il cesse vers le milieu du Golfe, en concordance avec l'amenuisement de la zone fortement salée.

Les positions respectives de cette couche orientale sur les deux coupes précitées (L2 et L3) permettraient déjà d'interpréter le mouvement qu'elle décrit pour pénétrer dans le Golfe du Lion (mais on y reviendra à propos de la coupe suivante, plus méridionale).

Sous la couche orientale, se retrouve la masse d'eau méditerranéenne de formation hivernale avec une température inférieure à 13°. La haute salinité de cette masse (jusqu'à 38.44) fortement développée vers le large, rappelle qu'une certaine proportion d'eau orientale entre dans sa composition.

Enfin, à partir de 1 500 m, la température, légèrement remontée au-dessus de 13° et coïncidant avec une salinité de 38.39/38.40, annonce la présence de l'eau de fond.

Coupe n° L4 (fig. 28 et 29). En surface, on recoupe, comme plus au nord, les deux courants d'eau diluée, séparés par une montée très localisée d'eau plus salée (station 341) dans laquelle intervient le noyau à 38.20 isolé entre 50 et 100 m (fig. 28 B).

Au-dessous de cette formation superficielle, la situation est tout autre que sur les coupes plus septentrionales.

1° Un minimum thermique s'inscrit au sein d'une mince couche de température inférieure à 13° au niveau de 200 à 300 m. Cette couche, si on tient compte de l'isotherme de 13° qui permet le mieux de la circonscrire, apparaît comme discontinue. Elle forme un lobe à 12°95, calé sur la pente continentale vers 200 m (station 340) que le minimum thermique raccorde à un autre, beaucoup plus étendu, au centre du Golfe (stations 338, 337, 336). Une double inflexion de l'isotherme de 13° (fig. 28 A) la met en contact (station 337) avec les eaux plus profondes, de même nature mais plus anciennes, déjà rencontrées dans les autres parties du Golfe.

2° Au-dessous de ce minimum thermique, aux deux extrémités de la coupe (fig. 29 A), s'amorce un maximum qui, au large, passe par les températures de 13°09 (station 335) et 13°05 (station 336), puis s'estompe à la station centrale 337, là où la couche froide supérieure tend à se confondre avec les eaux profondes de même température.

3° Aux niveaux inférieurs et pratiquement jusqu'au fond qui, en cette région, dépasse 2 000 m, se tient la masse considérable d'eau de température inférieure à 13° qu'on voit passer en profondeur, avec une température remontant légèrement au- dessus de ce chiffre, à l'eau de fond.

Ainsi décrite, cette coupe peut être interprétée de la manière suivante.

a) La première couche froide, qui se place entre 100 et 200 m, est la formation constituée entre la fin de l'hiver et le début du printemps précédents, dont il a été question à propos de la coupe L2. Les eaux superficielles fortement refroidies durant cette période et augmentant le taux de leurs chlorures sous l'effet d'un mistral fréquent et sec qui les évapore, s'alourdissent et s'enfoncent ainsi peu

à peu, tout en étant entraînées vers le sud par les courants généraux qui les feront progresser à travers le bassin occidental et la Mer catalane jusqu'à la Mer d'Alboran et au détroit de Gibraltar.

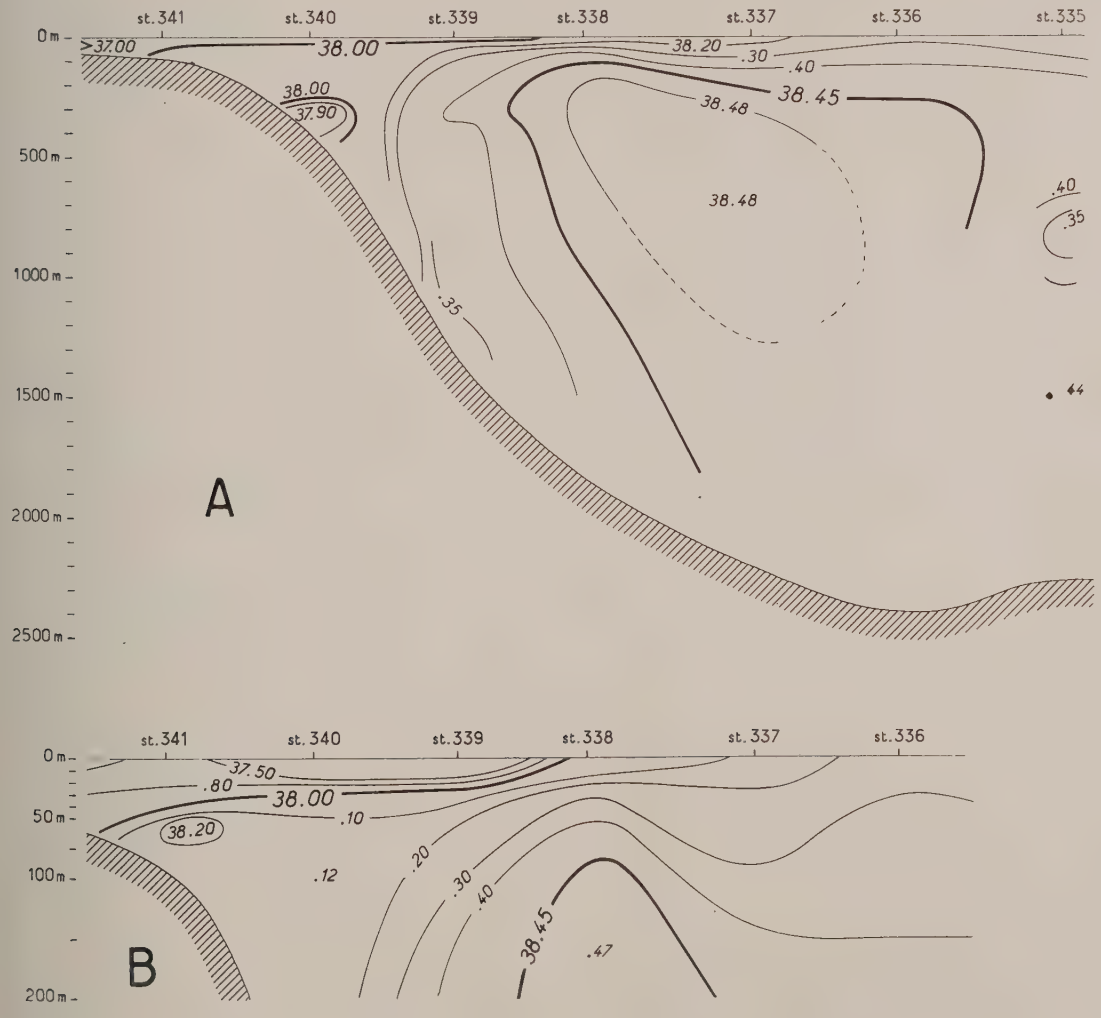

FIG. 28. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L4 (salinités).*

On a vu qu'aux mois de juin et de juillet, cette couche superficielle froide a déjà évacué le nord et le centre du Golfe du Lion. Elle a atteint la ligne du cap Creus, au sud de laquelle on la retrouvera dans chacune des sections de la Mer catalane. Ici, elle montre, en outre, sa participation à la formation de la masse méditerranéenne profonde, par enfoncement progressif.

b) L'eau orientale que signale le maximum thermique ne constitue pas, comme sur L2 et L3, une couche bien définie. Elle a manifestement subi l'influence des eaux froides sus- et sous-jacentes, se mélangeant plus ou moins intimement avec elles. Mais c'est à cette eau orientale que doit être attribuée la salinité élevée (38.45 à 38.48) qui affecte, à partir de 100 m à la station 338 et de 200 à 300 m de part et d'autre de cette dernière, les niveaux inférieurs. Son refroidissement au contact de

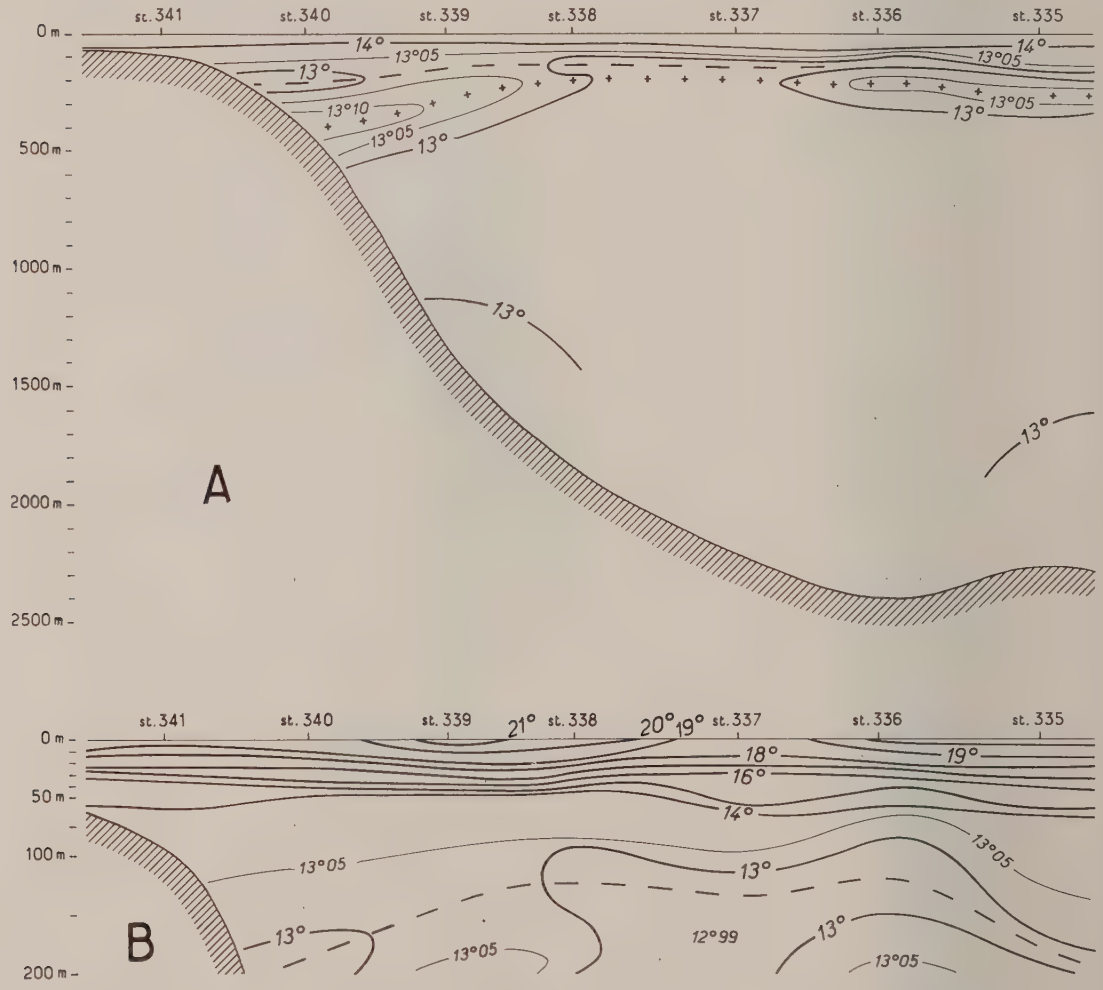

FIG. 29. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L4 (températures). Les croix indiquent le maximum thermique de la couche orientale, les tirets le minimum de la couche septentrionale supérieure.*

l'eau hivernale et sa haute teneur en sel lui confèrent une densité suffisante pour qu'elle s'intègre insensiblement à la masse d'eau septentrionale ancienne qui occupe la zone profonde.

Les positions respectives de cette nappe d'eau orientale sur les trois coupes transversales du nord au sud du Golfe, nous renseignent sur son parcours. Arrivant de l'est en longeant la côte de Provence, elle bute contre le plateau continental dont elle épouse le contour vers le sud et se fait partiellement absorber par les eaux du type septentrional à la sortie du Golfe.

Un dernier point de la coupe L4 reste à préciser. Sur la pente continentale, s'observe vers 300/350 m, une masse d'eau peu volumineuse, de faible salinité (37.84 à 38.00) mais de température supérieure à 13°, isolée des eaux superficielles dont elle est certainement issue. Légère, tant en raison de sa faible salinité que de sa température élevée (σ_t 28.62/28.58 contre 28.84 pour l'eau qui la surmonte), sa présence à ce niveau constitue une anomalie. On peut considérer que, provenant de la surface, elle était, au moment des prélèvements, en équilibre hydrostatique instable dans une zone où la force des courants contraires n'est pas sans créer une certaine turbulence. De tels phénomènes semblent se manifester avec une assez grande fréquence dans cette région ou Bougis (1954) en a décrit de comparables.

Coupe n° L5 (fig. 30 et 31). Il reste à examiner cette section qui, recoupant au large les trois lignes transversales précédentes, complètera ainsi l'aspect hydrologique du Golfe à son ouverture sur le bassin occidental.

On y voit, dans les 50 premiers mètres, la couche de surface approximativement délimitée par l'isotherme de 14° et l'isohaline de 38.10. En dépit de cette homogénéité apparente, ces eaux de surface n'ont pas la même origine. Celles à 37.75/38.00 qui occupent le coin nord-est de la coupe, vers Toulon (station 362), appartiennent vraisemblablement à une branche du courant atlantique parvenu jusque là après avoir suivi le bord occidental de la Corse et la côte liguro-provençale. Celles de l'extrémité sud-ouest vers le cap Creus (station 340) y sont apportées par le courant du Rhône, tout entier déporté dans cette direction. Les deux systèmes sont séparés au milieu du bassin (station 353) par des eaux de transition à plus de 38.10 en surface et 38.20/38.30 entre 40 et 60 m. Et très rapidement, en profondeur, on a affaire à des eaux de salure méditerranéenne que l'isohaline de 38.40 signale avant même que ne soit atteint le niveau des 100 m, sauf, toutefois, au sud-ouest où le secteur du cap Creus est le siège de phénomènes de descentes qui font couler une partie des eaux superficielles le long de la pente.

Au-dessous des eaux superficielles et de transition, l'entrée du Golfe du Lion appartient à deux formations différentes : les eaux septentrionales et les eaux orientales. Mais ces eaux sont inégalement réparties. Bien qu'on rencontre les unes et les autres dans toutes les stations de la coupe considérée à des niveaux et des profondeurs variables, on peut dire qu'en fait la partie nord-est du secteur est essentiellement le domaine des eaux orientales et la partie sud-ouest celui des eaux septentrionales.

Fortement appuyée sur la pente continentale de Provence, où les températures et salinités supérieures à 13° et à 38.45 la révèlent jusqu'aux profondeurs de 600 à 800 m et même, pour le premier de ces facteurs, bien au-delà, l'eau orientale s'étale entre les niveaux des 200 et 400 m jusqu'aux 2/3 de la section. Elle vient beaucoup plus près de la surface entre les stations 356 et 353 où ses caractéristiques thermo-halines sont les plus nettes. On peut se rendre compte ainsi de la manière dont elle pénètre d'est en ouest dans le Golfe du Lion, dont seule la partie sud-occidentale (cap Creus) lui est, en cette saison tout au moins, pratiquement fermée.

En effet, cette partie sud-ouest du Golfe est surtout le domaine des eaux septentrionales de température inférieure à 13° et de salinité voisine de 38.40. Débutant non loin de la surface (vers 150 m), ces eaux s'imposent du haut en bas et l'on ne distingue qu'à peine l'eau de fond à 13° dans le creux de la cuvette.

Mais pour être moindre qu'en ce dernier secteur, leur développement aux niveaux profonds de la partie nord-est du Golfe n'en est pas moins considérable. C'est sur elles que s'étale la couche orientale et elles sont particulièrement caractéristiques (station 369) entre 500 et 1 000 m, puis vers 1 500 m (salinité 38.37/38.39, température 12°92/12°98). Cependant, aux abords de la pente continentale où elles présentent un minimum de puissance, elles se mélangent aux eaux orientales, ainsi qu'en témoigne le gradient de température et de salinité, notamment entre 900 et 1 300 m où s'interposent des températures de 13° à 13°04.

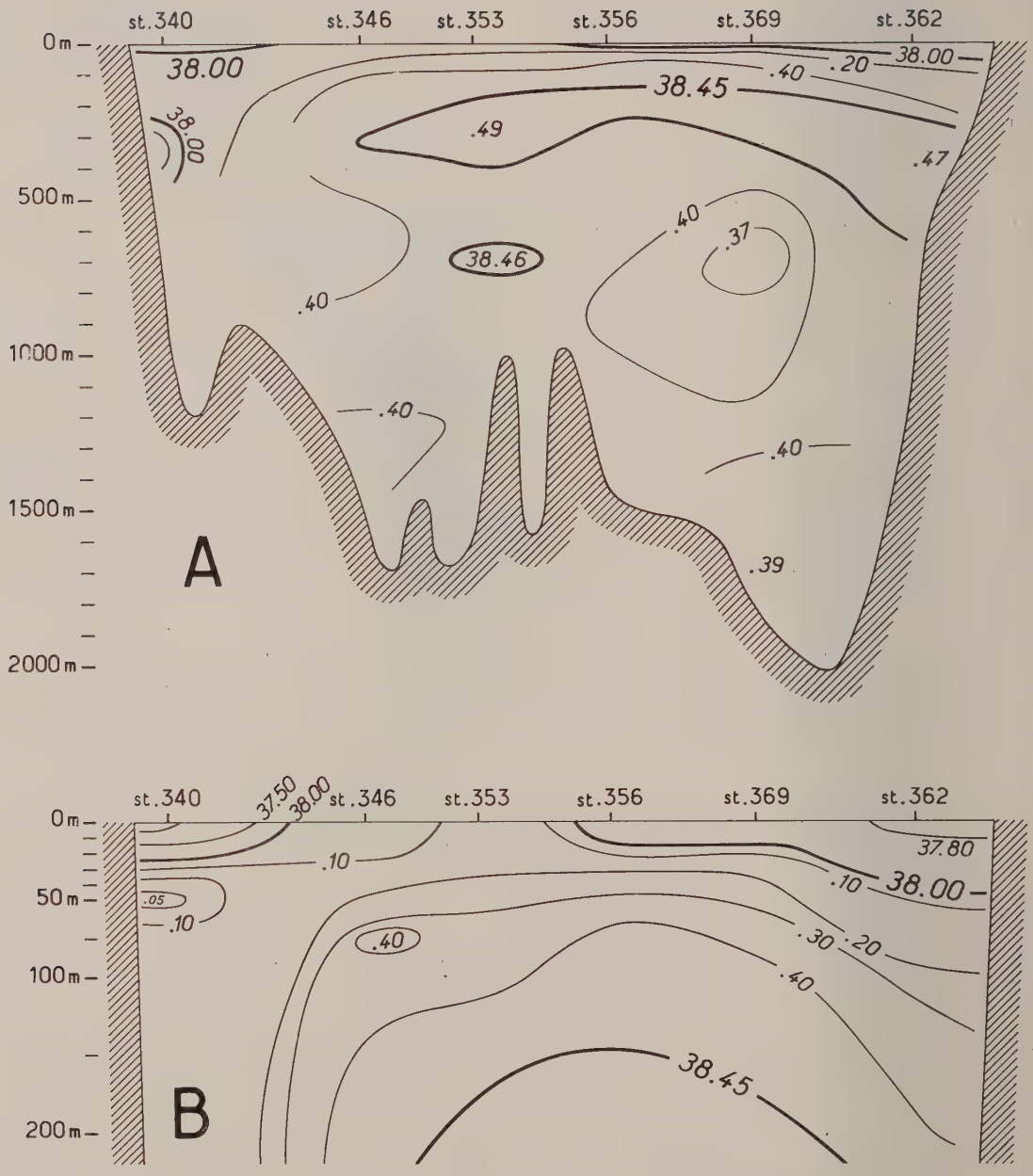

FIG. 30. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L5 (salinités).*

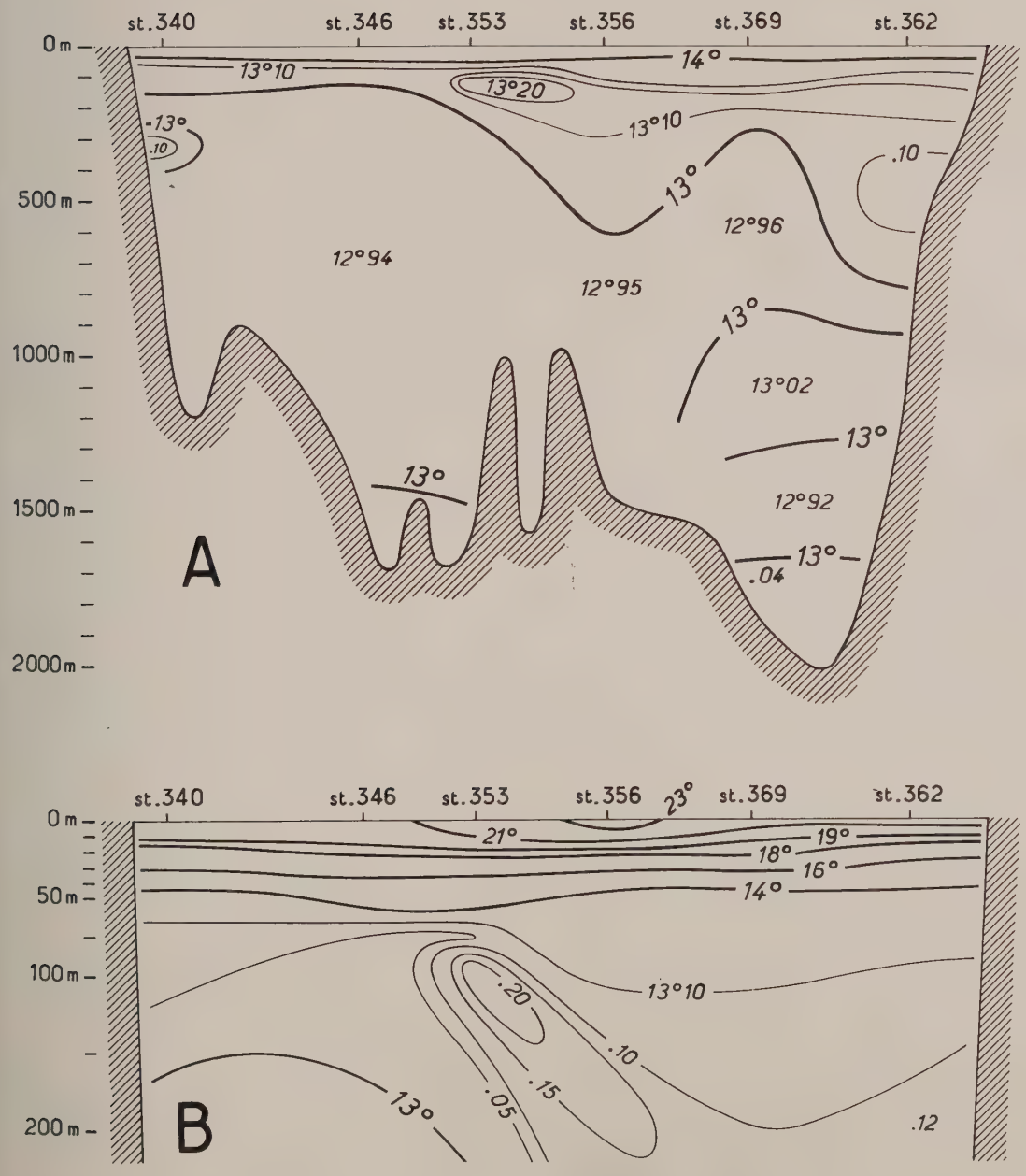

Fig. 31. — *Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L5 (températures).*

RÉSUME DU CHAPITRE I

Les principaux traits de l'hydrologie du Golfe du Lion au début du mois de juillet sont les suivants.

1° La salinité, en surface, s'établit entre 34.60 et 37.50 ‰, taux anormalement bas pour un secteur méditerranéen. Ce fait est dû à un phénomène essentiel : le déversement des eaux du Rhône qui recouvrent le Golfe dans sa totalité.

Ces eaux sont animées d'un mouvement cyclonique indépendant, semble-t-il, de la circulation générale en Méditerranée. Affrontées aux eaux proprement méditerranéennes (salinité 38.00 à 38.30) qui barrent l'entrée du Golfe à l'est, elles forment un courant orienté d'abord au sud-ouest, le *courant du Rhône* qui, vers le cap Creus, s'écoule partiellement dans la Mer catalane et, partiellement, s'infléchit vers le nord-est en un contre-courant, le *contre-courant du Languedoc* qui remonte le long des rivages jusqu'à la Camargue.

2° L'influence du déversement du Rhône, sauf dans la zone côtière, ne se fait guère sentir au-delà d'une cinquantaine de mètres. Les eaux qui règnent en subsurface atteignent très vite une salinité voisine de 38.40 et une température inférieure à 13°. Il est connu qu'elles se forment en hiver par refroidissement de la couche de surface qui, augmentant de densité, s'enfonce progressivement. Mais ces eaux de formation hivernale se présentent en fait en deux couches distinctes, l'une supérieure, récente, l'autre inférieure, ancienne.

La couche supérieure qui occupe un niveau voisin des eaux de surface a pris naissance à la fin de l'hiver et au premier printemps précédents. Au début de juillet, s'écoulant vers le sud, elle a déjà évacué la plus grande partie du Golfe et atteint la latitude du cap Creus. On verra plus loin qu'elle est un des éléments les plus constants de l'hydrologie de la Mer catalane.

La couche inférieure, se présente plutôt comme une masse occupant la presque totalité du bassin que constitue le Golfe, de la subsurface au voisinage du fond. De formation plus ancienne elle provient de l'accumulation *in situ* des eaux de surface alourdies au cours des hivers successifs. Plus profonde et plus dense, elle s'écoule vers le sud plus lentement que la couche supérieure. Formation essentielle de l'hydrologie du bassin occidental, on la retrouvera aussi bien en Mer catalane qu'à l'est des Baléares et en Mer d'Alboran.

3° Au sein de ces eaux qui, par commodité, seront dénommées, dans les pages suivantes, *eaux septentrionales*, la couche orientale de salinité et de température supérieures à 38.45 et 13° se présente d'est en ouest le long du bord septentrional du Golfe, suit le contour de la pente continentale puis, au sud, se mélange plus ou moins aux eaux septentrionales largement prédominantes dans le secteur du cap Creus.

Le chapitre II montrera dans quelle mesure ces eaux de nature et d'origine différentes interviennent dans l'hydrologie de la Mer catalane.

CHAPITRE II

LA MER CATALANE

Seront compris avec cette mer ses abords au nord et au sud, c'est-à-dire la zone sud-est du cap Creus, par laquelle la Mer catalane s'ouvre largement sur le bassin provençal et le versant sud du canal d'Ivice, dans ses approches de la Mer d'Alboran.

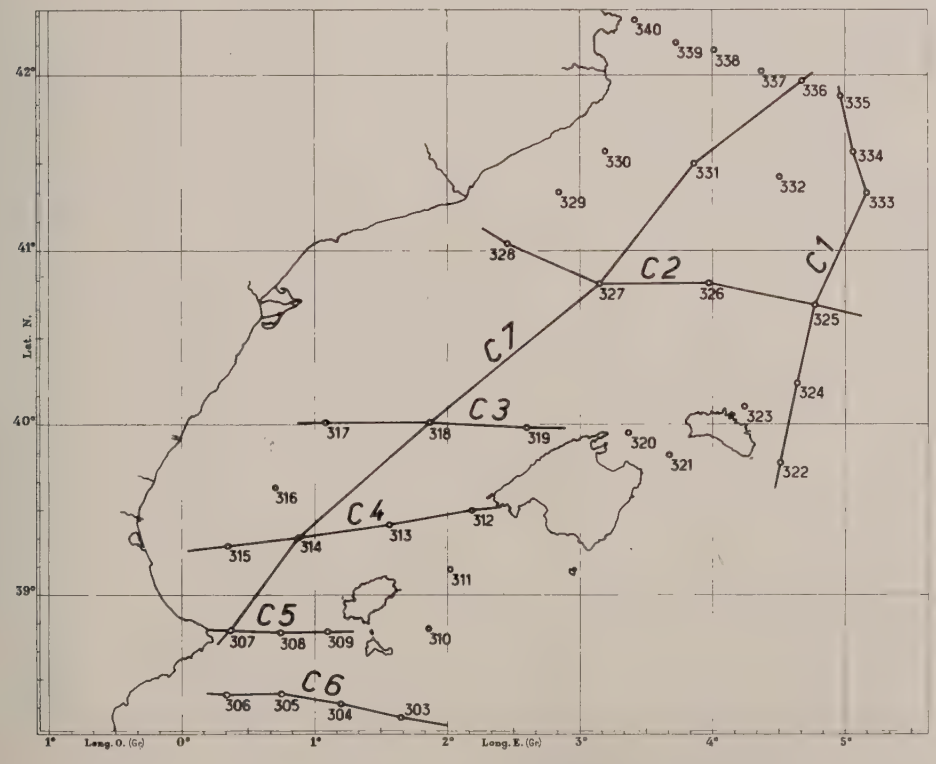

FIG. 32. — *Mer catalane. Carte des stations et des coupes hydrologiques faites au mois de juin 1957.*

La carte de la figure 32 indique l'implantation des stations et des coupes hydrologiques qui ont permis l'étude ci-après.

FIG. 33. — *Mer catalane. Isohalines à 5 m .*

1° Cartes des salinités et des températures.

a) *5 mètres.* La carte des salinités (fig. 33) est très parlante. La Mer de Catalogne est occupée, sur toute sa surface, par des eaux de mélange, dont la salinité, sauf dans sa partie la plus septentrionale, n'atteint pas 38.00, descendant même, sur les seuils baléariques jusqu'à 37.00/37.20.

A partir d'un noyau axial constitué par une eau de type méditerranéen à 38.30, situé au large du Golfe du Lion et déjà décrit dans le chapitre précédent, les isohalines, emboîtées, ont une valeur qui décroît régulièrement du nord au sud. Leur tracé, bien significatif, suggère l'existence d'un déplacement massif, quelles que soient les particularités locales, des eaux de cette Manche méditerranéenne vers le canal d'Ivice.

Ce courant peut être considéré comme faisant partie du système hydrologique général décrit par NIELSEN (1912) et qui, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, anime le bassin occidental dans son ensemble. Mais resserré entre la côte catalane et les îles Baléares et tel que le dessinent les lignes de même salinité, il a une originalité suffisamment nette pour être défini, comme le courant du Rhône plus haut cité, par un nom approprié : celui de *courant de Catalogne* semble le mieux lui convenir.

Il suffit d'observer les valeurs de la salinité de ce courant à son point de départ, au nord, ainsi que sur l'un et l'autre de ses flancs, pour voir qu'entrent dans sa composition trois eaux d'origine différente qui vont se mélangeant à mesure qu'elles s'écoulent vers la sortie d'Ivice. Ce sont :

1° Les eaux méditerranéennes « de transition » à 38.20/38.30 issues de la masse occupant la haute mer, au sud-est du Golfe du Lion.

2° Les eaux du courant du Rhône dont une partie seulement reflue au nord du cap Creus, en un contre-courant languedocien, le reste s'écoulant le long de la côte catalane et se grossissant certainement des eaux fluviales ibériques, pour s'intégrer peu à peu au courant axial principal.

3° Les eaux du courant atlantique, elles aussi mélangées, mais moins que les précédentes si on en juge par le taux plus bas de leurs salinités et qui, rebroussées à l'est des Baléares, pénètrent dans la Mer catalane, entre le 40e et le 41e parallèle. Leur relative dilution montre que la part de ces eaux atlantiques dans le courant de Catalogne est plus grande que celle des eaux du Rhône, nettement plus concentrées. Cela ressort aussi de la répartition des salinités sur le versant sud de l'archipel, que ces eaux occupent, pour ainsi dire dans son entier ; leur caractère atlantique très affirmé au sud (36.90) vers les canaux d'Ivice et de Majorque, s'atténuant, comme il est naturel, vers le nord-est dans le canal de Minorque et au nord de cette île (37.20 à 37.30).

On ne retiendra de la figure 34, que le degré de température qui, assez uniforme du nord au sud, se répartit entre 20° et 22° environ, sans ordre géographique apparent.

b) *50 mètres* (fig. 35 et 36). A cette profondeur, le phénomène reste très apparent. Mais il anime des eaux beaucoup plus salées. Le noyau axial, au nord, est à 38.40. Et dans l'axe du courant, la salinité ne s'abaisse, en aucun cas, au-dessous de 38.00 (38.10/38.20 prédominant).

Mais l'influence des eaux du Rhône et des eaux atlantiques continue à se manifester, les premières donnant des salinités voisines de 38.00 sur le versant ibérique, les secondes, des salinités de 37.50 à 38.00 sur le côté des Baléares. C'est leur action conjointe - les secondes plus fortes que les premières - qui provoque la dilution progressive du courant de Catalogne vers le sud. (1)

(1) Il aurait été intéressant de préciser, pour local qu'il puisse être, le rôle des eaux de l'Ebre dans ce régime et de le comparer à celui du Rhône dans le golfe du Lion, mais les observations nécessaires n'ont pu être faites.

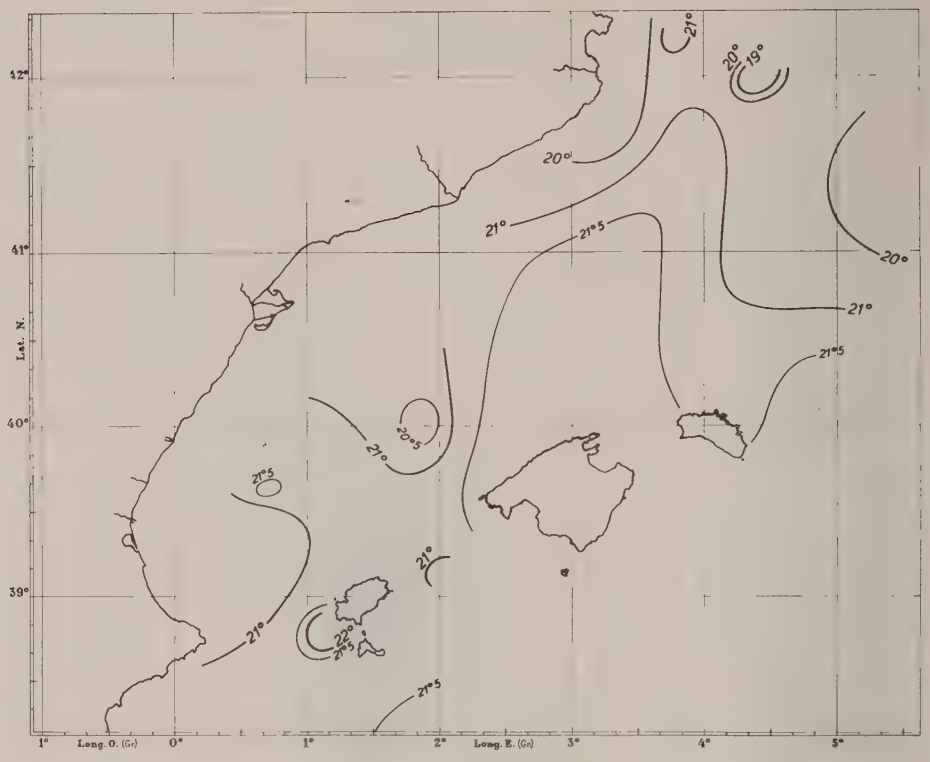

FIG. 34. — *Mer catalane. Isothermes à 5 m .*

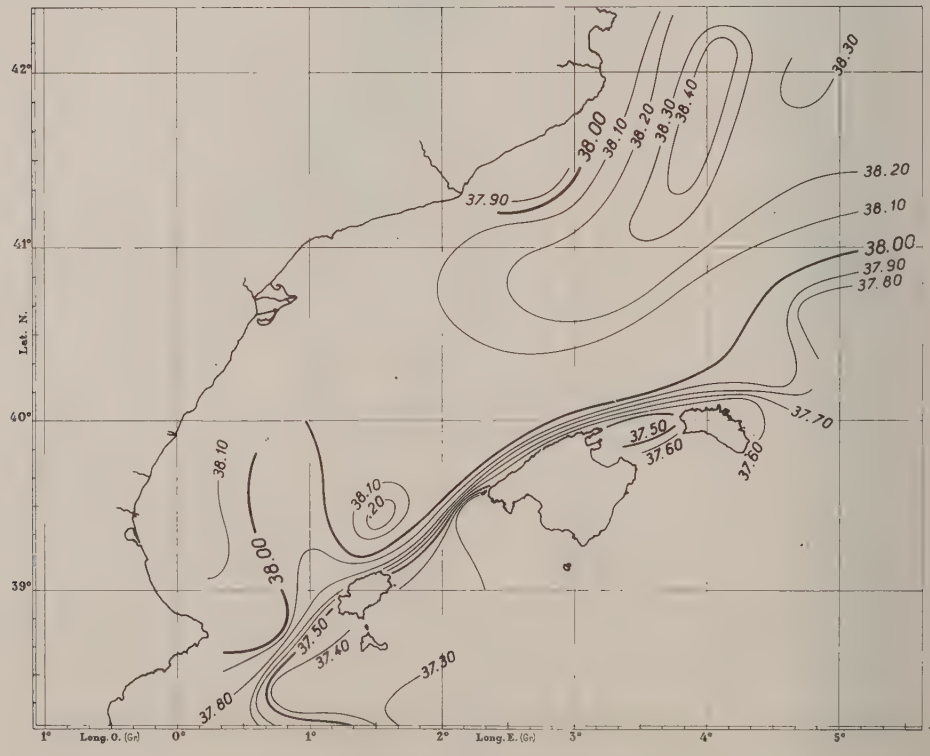

FIG. 35. — *Mer catalane. Isohalines à 50 m .*

La distribution des isothermes à cette profondeur, pas plus qu'à 5 m, ne renseigne sur ces aspects de l'hydrologie catalane. Mais on notera les différences existant entre le secteur nord-est, où la température est voisine de 15°, et le secteur d'Ivice nettement plus froid (13°75), bien que plus méridional.

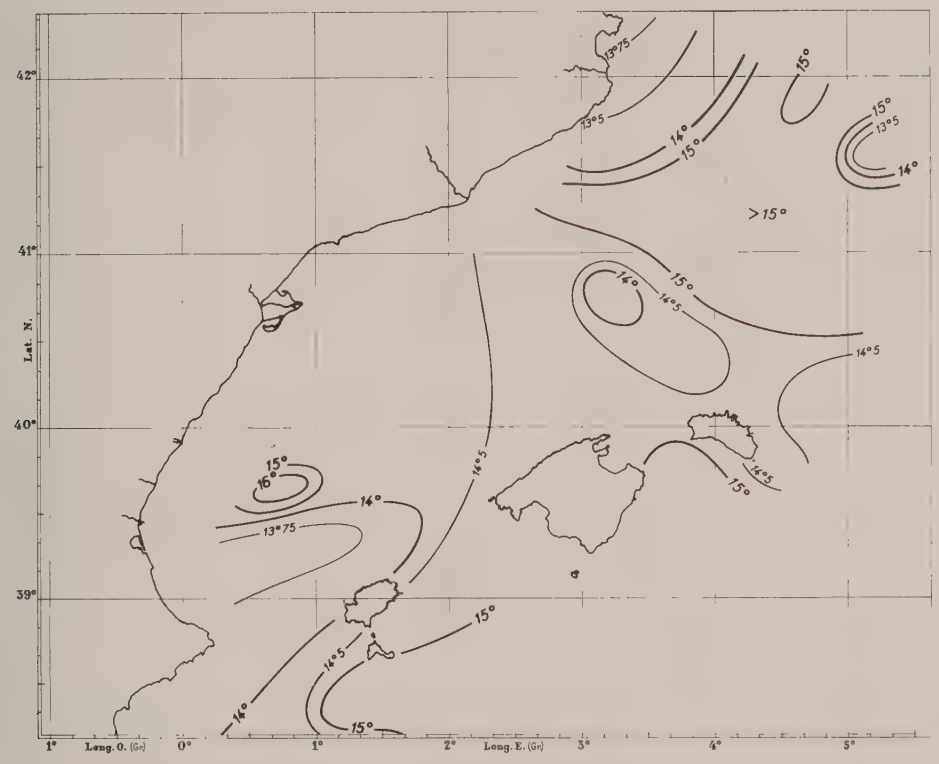

FIG. 36. — *Mer catalane. Isothermes à 50 m .*

c) *100 mètres* (fig. 37 et 38). Les lignes ont un tracé moins régulier qui laisse subsister toutefois les traits essentiels de l'hydrologie de surface. Mais la salinité, nettement plus forte (38.20 à 38.30) et tendant à s'égaliser, sauf dans la partie sud, concorde avec la température voisine de 13° ou inférieure à ce chiffre dans l'axe de la Mer catalane pour montrer qu'à ce niveau se trouvent déjà des eaux de caractère septentrional. Et si, sur l'un et l'autre versants de cet axe on ne peut plus guère parler d'eaux continentales et d'eaux atlantiques, c'est néanmoins à leur influence persistante que doivent être attribuées les salinités les plus basses (38.10 du côté ibérique, 37.90 à 38.10 sur les seuils de l'archipel) qu'on y rencontre.

La situation particulière du secteur d'Ivice est à remarquer. La salinité forte (38.42), au fond du golfe de Valence non loin du cap de San Antonio, qui marque une montée d'eau profonde s'oppose à la salinité basse (37.80 à 38.10) du plateau d'Ivice où l'influence du flux atlantique reste vive.

d) *200 mètres* (fig. 39 et 40) et *400 mètres* (fig. 41 et 42). Les isohalines à 200 m et plus nettement encore à 400 m rendent compte d'une situation différente de celle des niveaux supérieurs. La Mer catalane est inégalement partagée en deux secteurs nord et sud.

Dans le premier se dessinent toujours des lignes marquant la pénétration d'eaux fortement salées - orientales et septentrionales plus ou moins mélangées - suivant l'axe.

Dans le second, entre la planase de Valence et Ivice apparaissent, bien caractérisées, par 400 m, des eaux orientales dont le taux de salinité supérieur à 38.40 atteint 38.57 au point central, avec des températures, supérieures à 13°, concordantes.

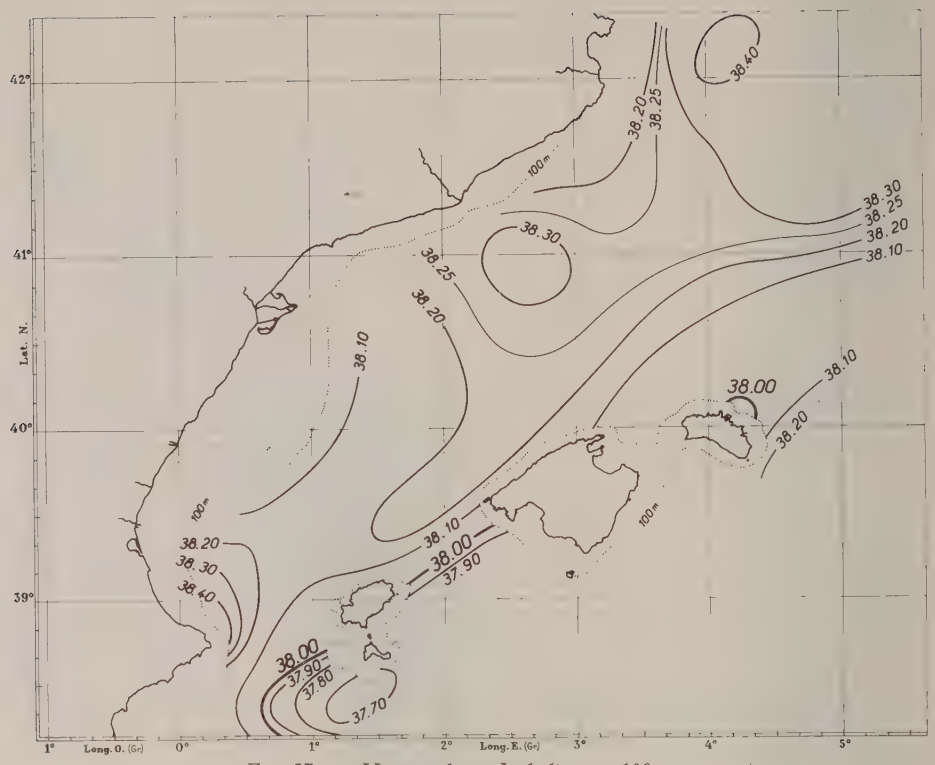

FIG. 37. — *Mer catalane. Isohalines à 100 m .*

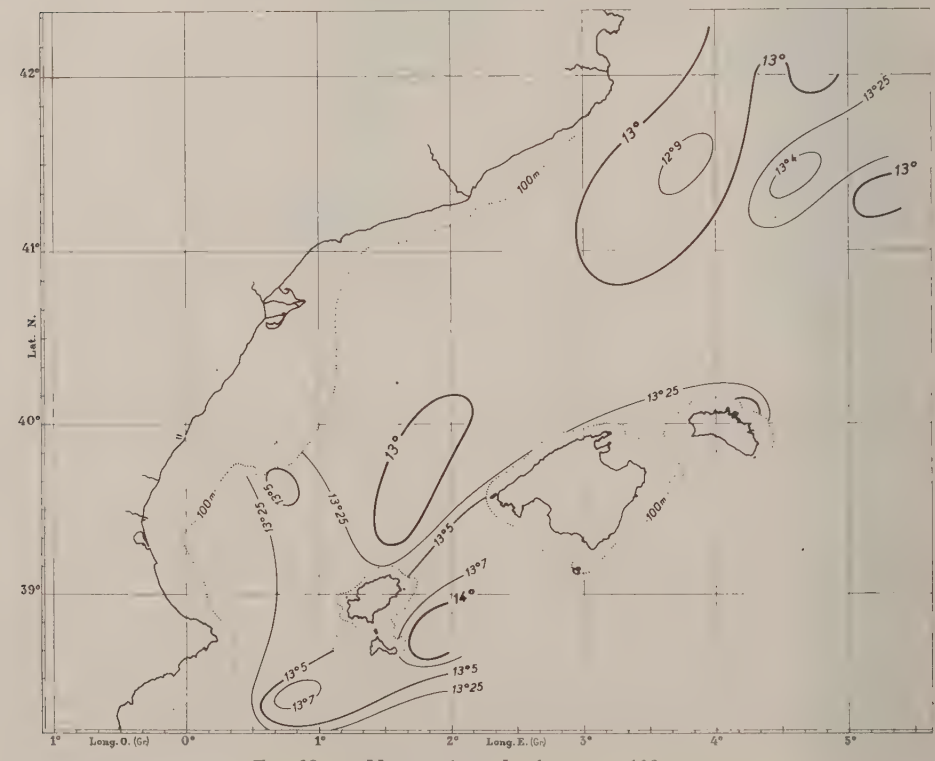

FIG. 38. — *Mer catalane. Isothermes à 100 m .*

FIG. 39. — *Mer catalane. Isohalines à 200 m .*

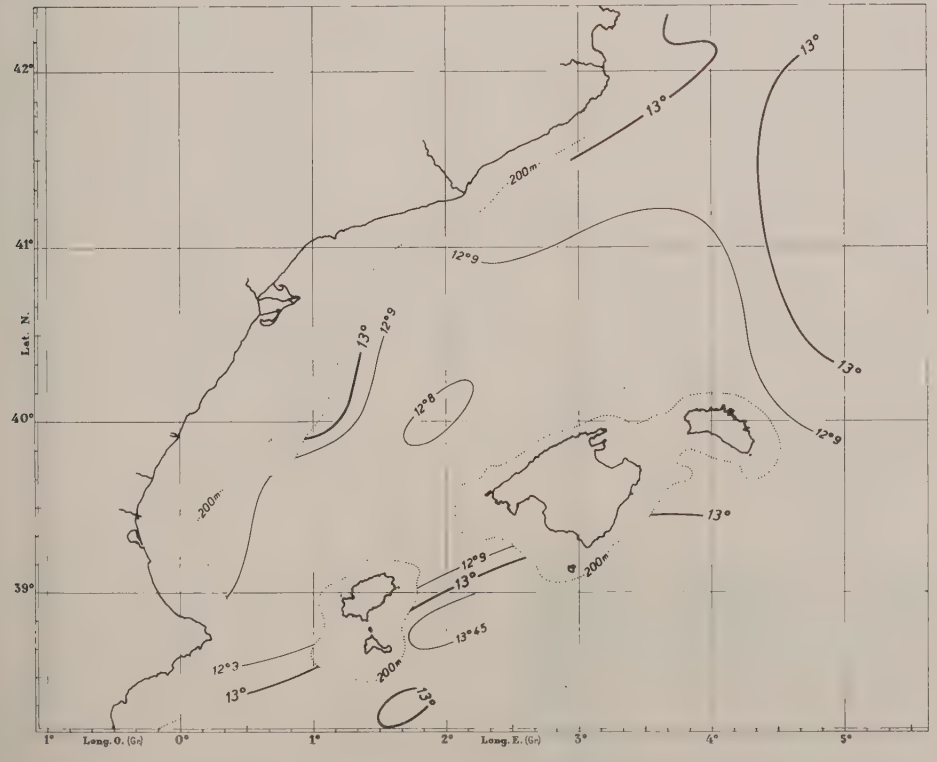

FIG. 40. — *Mer catalane. Isothermes à 200 m .*

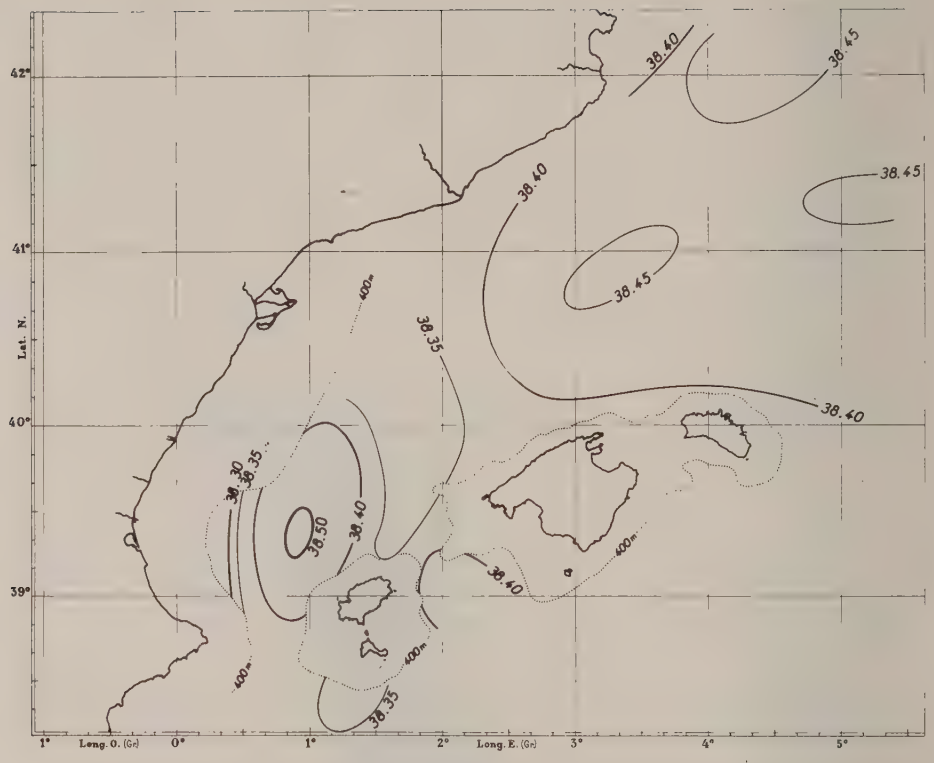

FIG. 41. — *Mer catalane. Isohalines à 400 m .*

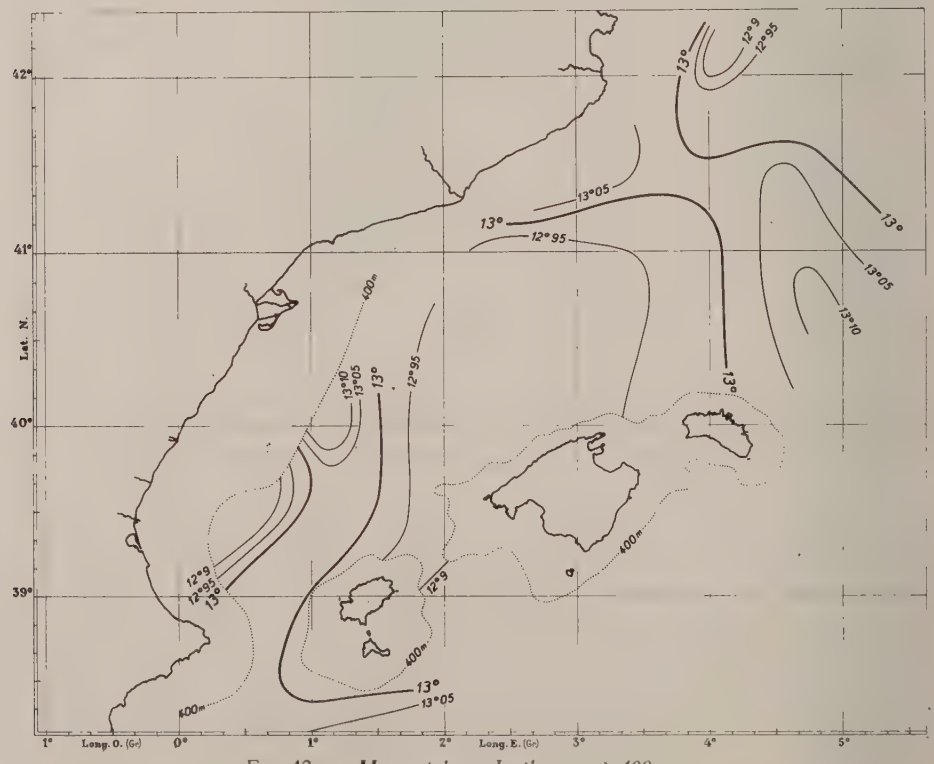

FIG. 42. — *Mer catalane. Isothermes à 400 m .*

Entre ces deux secteurs hydrologiques d'importance inégale, mais sensiblement de même nature, s'interposent, à partir du plateau sur lequel débouche l'Ebre, à la hauteur de Majorque et de son canal, des eaux beaucoup moins salées (38.10/38.25 à 200 m, 38.33/38.35 à 400 m). Leur température inférieure à 13° les rattache aux eaux septentrionales, mais leur salinité, assez basse, est l'indice d'un mélange.

Il semble qu'en cette région médiane, il se produise (au moins pour la période considérée) un important brassage des eaux de la surface et de la mi-profondeur, qui rompe la continuité des couches superposées, celle des eaux orientales notamment.

Au-dessous de 400 m, les observations moins nombreuses, ne permettant pas de dresser des cartes aussi démonstratives qu'aux niveaux supérieurs, n'ont pas été portées en figures.

On recourra à une série de sections transversales et à une coupe axiale de la Mer catalane pour voir plus en détail la répartition des différentes couches d'eau, de la surface au fond.

2° Coupes hydrologiques.

Au préalable, il est bon de considérer deux sections qui encadrent l'entrée de la Mer catalane au nord et au nord-est :

la coupe L4, du cap Creus au large, déjà vue ;

la coupe C1 (stations 322 à 335), de direction nord-sud, c'est-à-dire de l'extrémité orientale de la précédente au plateau de Minorque.

On saura ainsi quelles sont les eaux reçues du Golfe du Lion et du bassin provençal qui déterminent, en fait, l'hydrologie générale de cette mer.

Coupe n° L4 (fig. 22 et 23). Cette coupe, déjà décrite au chapitre I, indique qu'il existe en ces lieux, sous les eaux de surface, une nappe froide d'origine récente, se raccordant à la masse profonde de même nature mais plus ancienne et qu'il se produit un mélange dans lequel la couche orientale, bien qu'elle se soit mise à peu près en équilibre thermique avec les précédentes, a conservé une teneur en sel élevée (supérieure à 38.45).

Coupe n° C1 (fig. 43 et 44). On a un tracé des isohalines assez simple et un tracé des isothermes plutôt complexe, mais qui, néanmoins, concordent relativement et se complètent.

Tout d'abord, en surface, les isohalines de 37.50 et 38.00 montrent le cheminement à partir du plateau de Minorque jusqu'à la station 333 non loin de l'extérieur du Golfe du Lion d'une eau de mélange dont la dilution encore forte (jusqu'à 37.25) indique l'origine atlantique.

Puis, sous les eaux superficielles se retrouvent les quatre formations déjà rencontrées, soit de haut en bas :

l'eau septentrionale récente ;
l'eau orientale ;
l'eau septentrionale ancienne ;
l'eau de fond.

Ce sont les isothermes qui permettent le mieux, bien qu'un peu arbitrairement, de les isoler.

La couche septentrionale supérieure, quoique discontinue, est rendue plus nette par le minimum thermique qui la traverse. Epaisse de 200 m environ au nord (station 334 et 333), elle s'étire jusqu'à presque disparaître au centre (station 325) pour s'épaissir de nouveau sur la plateforme de Minorque qu'elle coiffe.

L'eau orientale constitue une masse plutôt qu'une couche ainsi qu'il apparaît sur la figure 44.

Cette formation, qui occupe une position centrale sur la coupe, est circonscrite par l'isohaline de 38.45. En son sein, s'individualisent :

a) un noyau supérieur allongé obliquement (entre 200 m à la station 333 et 500 m à la station 325) de salinité égale à 38.46/38.48;

b) un noyau inférieur de même salinité, entre 900 et 1 300 m.

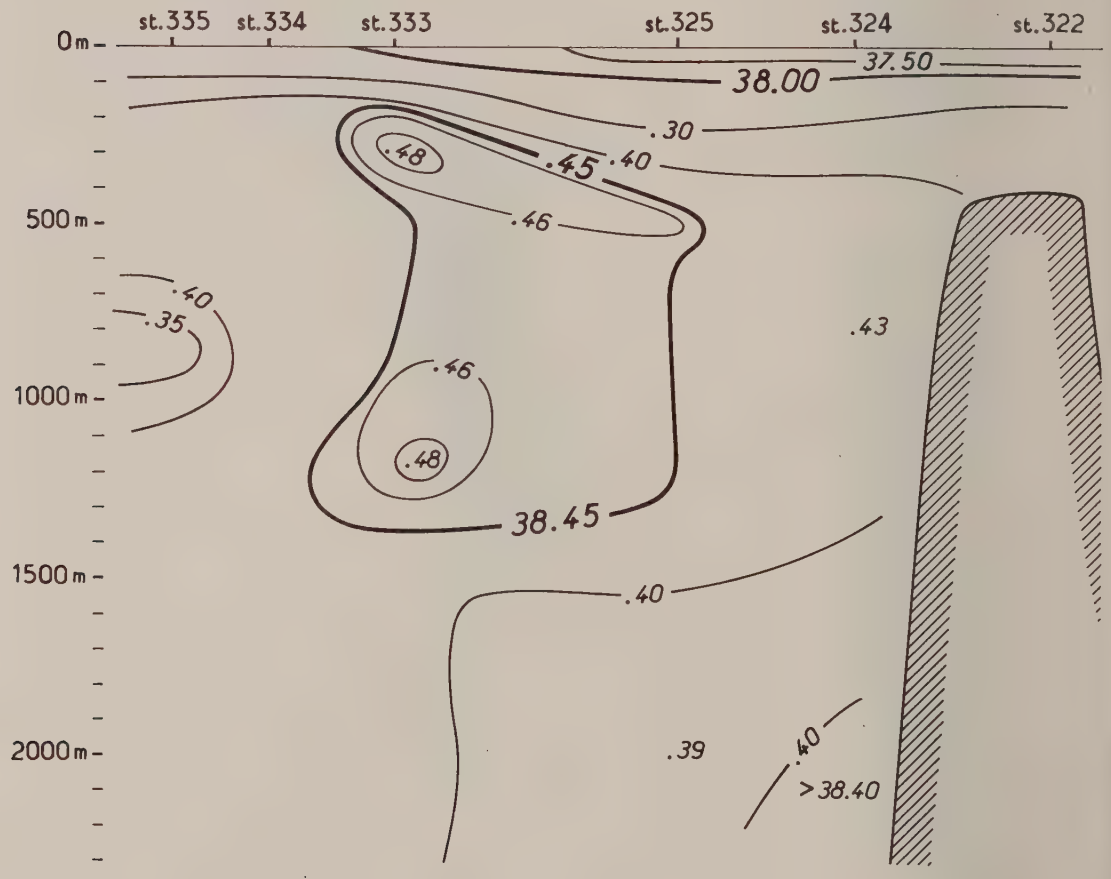

Fig. 43. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C1 (salinités).*

En se reportant aux températures, on voit que le premier correspond à un maximum thermique relativement élevé (13°11 à la station 325) et le second à un deuxième maximum un peu moindre (13°04) mais suffisamment différencié.

Mais entre ces deux noyaux, si la salinité reste élevée (38.45), la température devient basse (inférieure à 13°).

Ici, interviennent les eaux septentrionales inférieures, de même origine mais de formation plus ancienne que celles de la couche supérieure. Coalescentes avec ces dernières au nord, où elles se développent sur une tranche de 1 200 m environ, elles s'écoulent comme elles vers le sud et, ce faisant, se trouvent à mi-profondeur en contact avec les eaux orientales. Il en résulte des échanges

par lesquels les caractéristiques de chacune de ces deux formations s'affaiblissent. Cette couche septentrionale profonde est mise en évidence sur la figure 44 par le minimum thermique inscrit entre 500 et 600 m.

Au-dessous de 1 500 m, avec une température de 13° en augmentation régulière avec la profondeur (13°11 à 2 300 m à la station 333), on passe à l'eau de fond d'une salinité voisine de ou légèrement supérieure à 38,40.

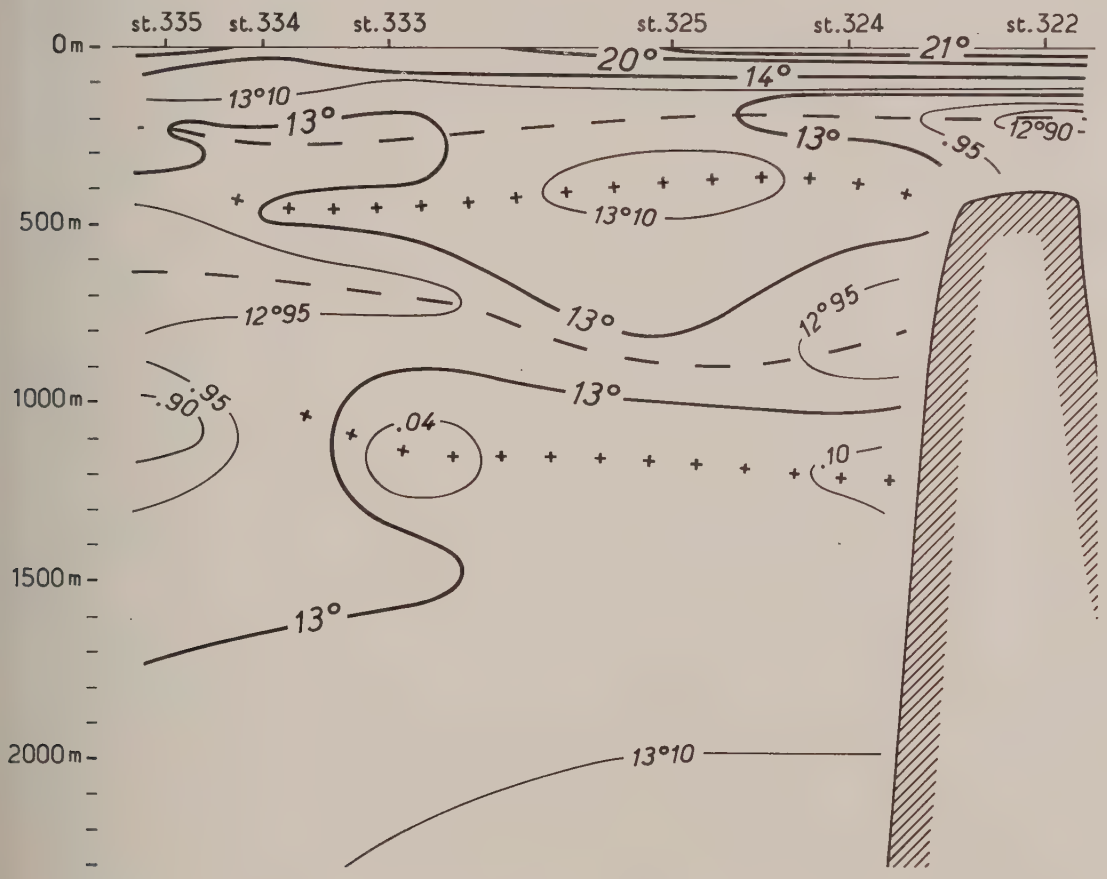

Fig. 44. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C1 (températures). Les croix situent les maximum thermiques des eaux orientales, les tirets les minimum des eaux septentrionales.*

Ainsi, suivant les deux coupes L4 et C1, l'ouverture de la Mer catalane au nord et au nord-est, donne le passage à des eaux dont l'origine, en dépit de mélanges plus ou moins intimes, est assez facile à définir.

Une mince couche d'eau de surface, atlantique, contournant les îles Baléares, entre dans la Mer catalane par l'est.

Les couches d'eau septentrionale récente, de la subsurface, et ancienne, de la mi-profondeur, s'écoulent l'une et l'autre vers le sud et débordent, de part et d'autre, le socle des Baléares.

Les eaux orientales interposées entre ces deux formations se mélangent fortement à elles au nord, après avoir suivi la côte provençale puis la pente continentale du Golfe du Lion. Mais à

mi-distance de ce dernier et de Minorque, une autre veine d'eau de même nature mais plus puissante s'ouvre une voie d'est en ouest.

Sur les cinq coupes suivantes, il suffira de signaler les variantes qui, depuis le nord jusqu'au canal d'Ivice, ne modifient qu'à peine l'hydrologie ainsi décrite.

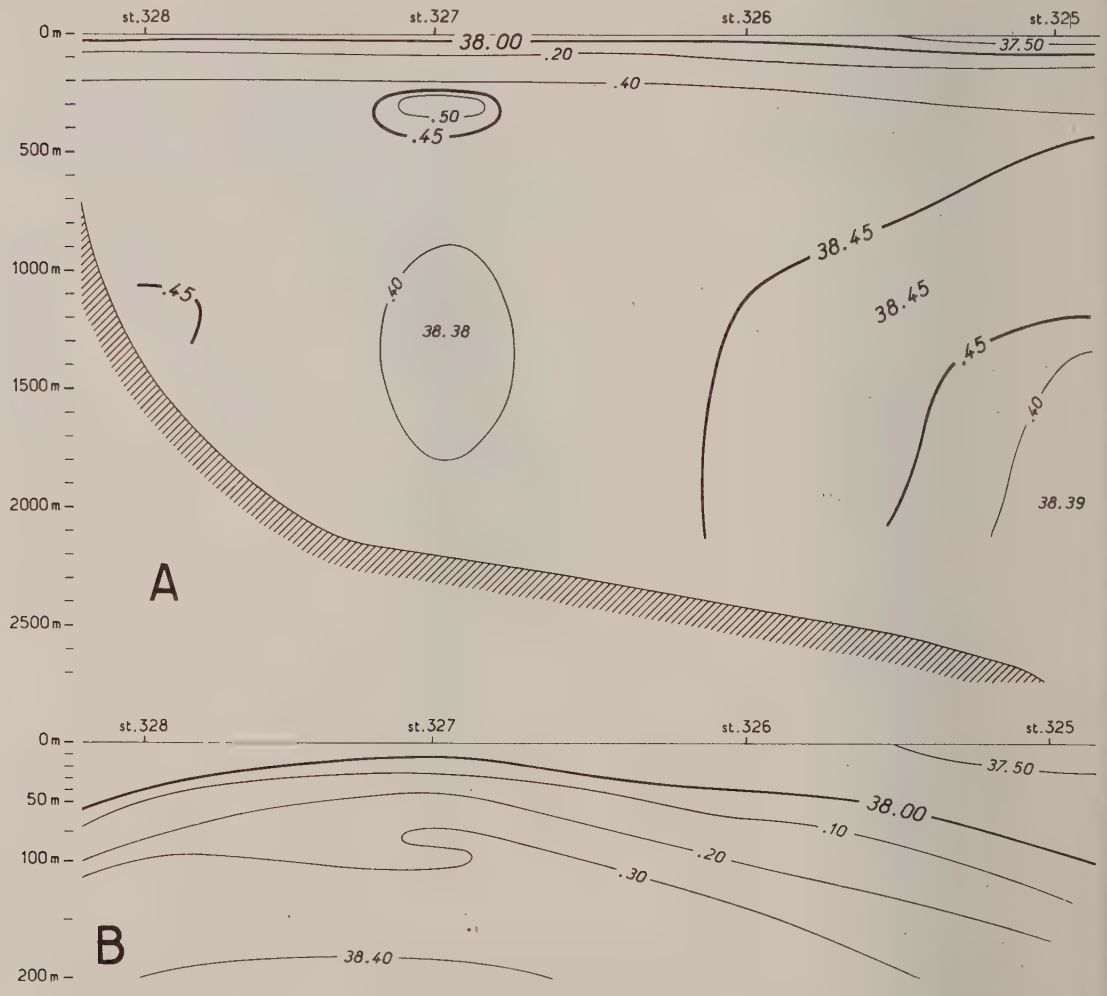

Fig. 45. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C2 (salinités).*

Coupe n° C2, de Barcelone au nord de Minorque (fig. 45 et 46). Une mince couche inférieure à 38.00 recouvre toute la surface. L'importance respective des eaux atlantiques et des eaux du Rhône qui la composent peut être mesurée par l'enfoncement de l'isohaline 38.00 aux deux extrémités de la figure 46 B : une centaine de mètres pour les premières, cinquante mètres environ pour les secondes.

Sous elles affleurent, par moins de 100 m au point central (75 m à la station 327), la couche septentrionale supérieure presque horizontale. Cette couche prend appui, à l'ouest, sur la côte ibéri-

que où elle se confond, comme dans les parages du cap Creus, plus au nord, avec les eaux septentrionales de la mi-profondeur. Mais à l'est de la station 327, elle s'étale sur une faible épaisseur jusqu'à l'extrémité de la coupe (station 325) où, élevant sa température, elle n'est plus décelable que par le tracé du minimum thermique qui barre toute la largeur de la Mer catalane au niveau de 200/250 m.

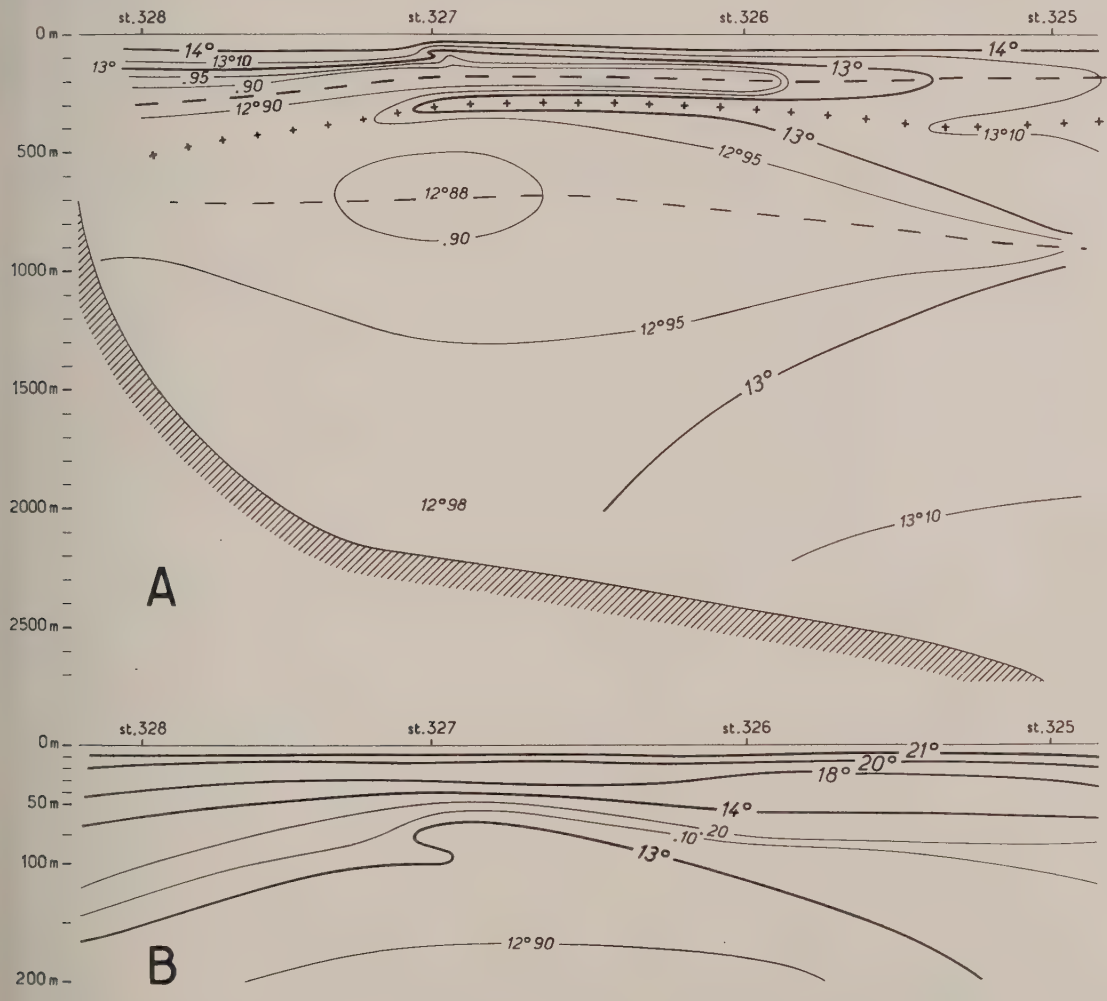

Fig. 46. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C2 (températures). Les croix situent le maximum thermique de la couche intermédiaire des eaux orientales, les tirets le minimum des eaux septentrionales récentes et anciennes.*

L'importance prise par cette eau septentrionale sur le versant catalan ne doit pas avoir pour seule cause le transport, jusqu'en ces lieux, de la couche originaire du Golfe du Lion. Etant donné que dans ces parages la température en surface peut être inférieure à 13° et même 12° (R. de Buen et F. de P. Navarro, 1935), il est probable que ce secteur fait partie, tout comme le Golfe du Lion, de la zone de formation de l'eau septentrionale.

On peut considérer comme étant la couche orientale, la bande d'eau traversée vers 300 m par un maximum thermique très net, bien que ce ne soit qu'en un secteur limité (station 327) que concorde avec lui un noyau isolé à salinité forte (38.57). A l'inverse de la précédente, cette couche

orientale est bien développée à l'est, d'où elle provient, et n'atteint qu'avec peine les abords continentaux où sont établies, sur toute la profondeur, les eaux septentrionales.

L'épaisse couche d'eau septentrionale ancienne avec un fort noyau central froid (T° 12°88), par lequel passe vers 700 m le second minimum thermique, emplit pratiquement la cuvette catalane.

Mais à l'est, elle est bornée par une formation de type oriental très net (T° supérieure à 13°, sal. 38.45) qui, venant de la Méditerranée, épouse la forme d'une couche puissante d'abord oblique, puis verticale. Sa densité, plus forte que celle de l'eau du fond qu'elle recouvre, indique qu'elle est en mouvement et qu'elle plonge de la mi-profondeur vers le fond ; c'est cette même couche que la section C1 a recoupée à l'ouverture de la Mer de Catalogne à l'est et au nord-est.

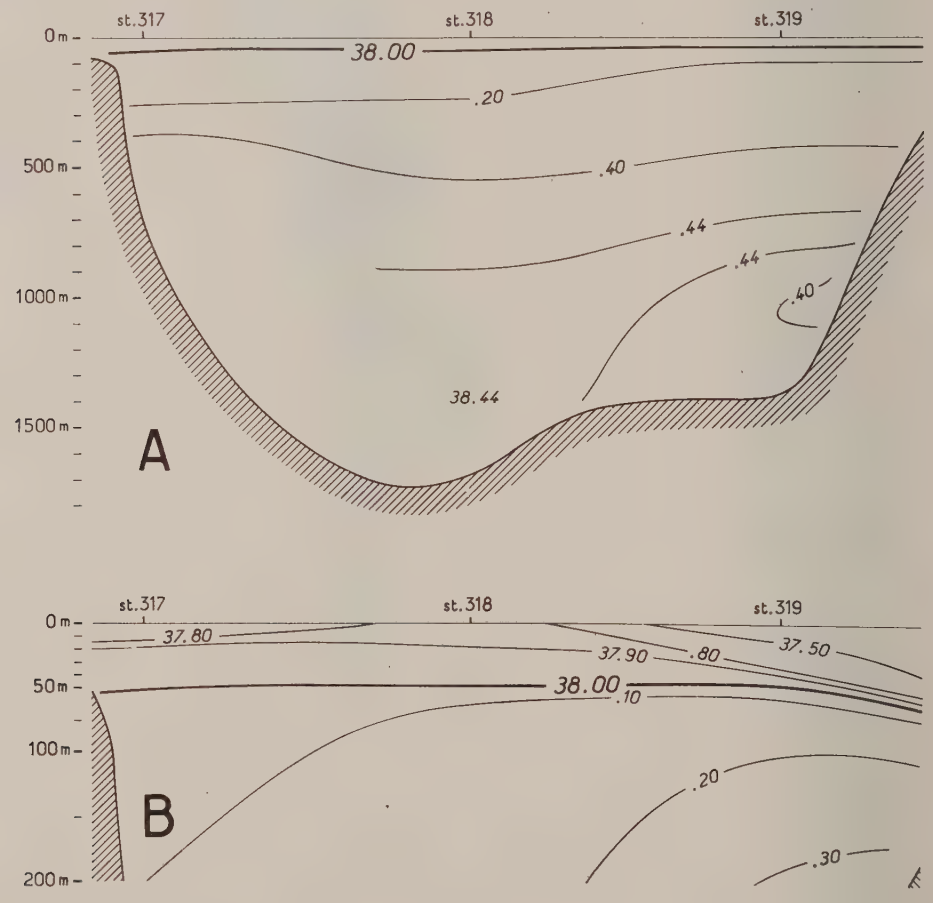

Fig. 47. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C3 (salinités).*

Coupe n° C3, de Castellone à Minorque (fig. 47 et 48). Cette section se place sur le 40° de latitude nord, soit vers le milieu de la Mer catalane, en un secteur plus resserré qu'au nord et aussi moins profond, de l'ordre de 1 500 m. On a ici une stratification plus horizontale encore des couches, avec les deux minimum thermiques de part et d'autre d'un maximum. Mais les salinités qui se sont généralement affaiblies, témoignent d'un certain mélange dans lequel seules les températures permettent de reconnaître les trois couches classiques. C'est ainsi que la couche orientale

bien que supérieure à 38.40, n'atteint nulle part les 38.45 qui la caractérisent ailleurs. En revanche, la couche septentrionale ancienne est devenue prépondérante, dans cette zone qui n'est plus, comme les précédentes, ouverte à l'est. Mais ses échanges avec la couche orientale profonde rencontrée en C2 ont accru sa salinité et c'est pourquoi le minimum thermique de cette couche septentrionale ancienne, qui passe par le niveau des 1 000 m, coïncide en gros avec un maximum de salinité de 38.44 supérieur à son taux habituel.

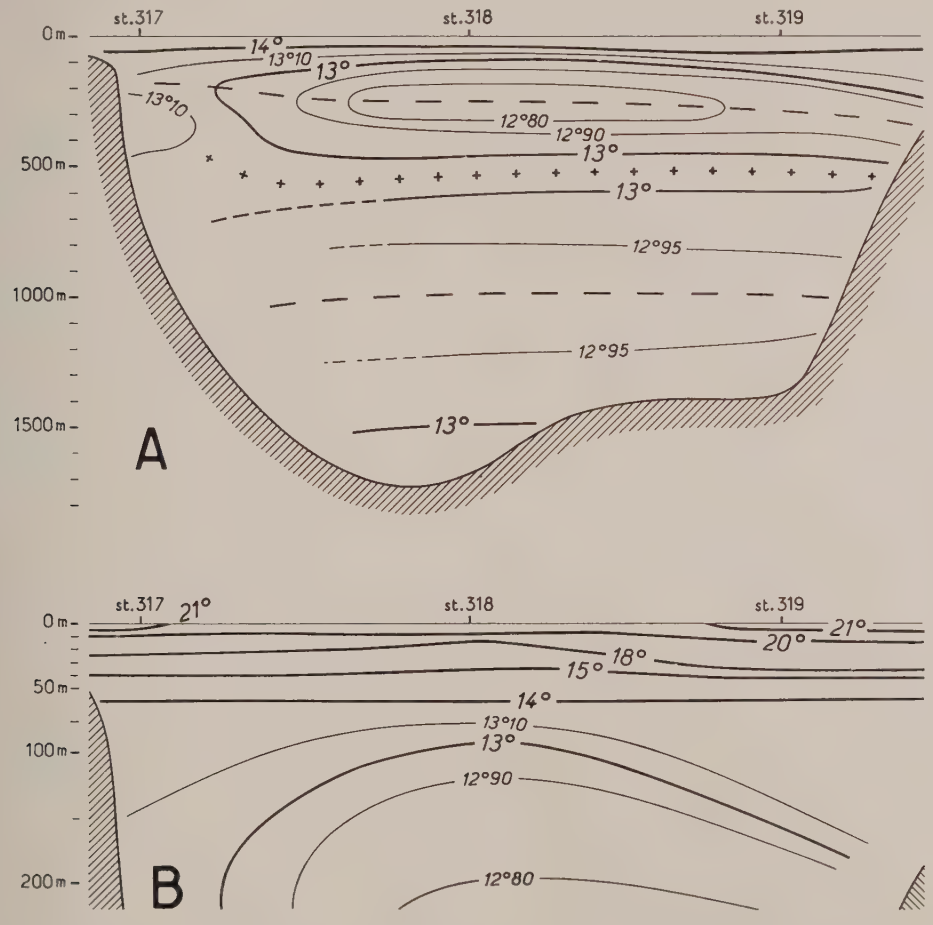

Fig. 48. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C3 (températures). Les croix situent le maximum thermique de la couche orientale, les tirets le minimum des couches septentrionales.*

Coupe n° C4, du sud de Valence à Dragonera, pointe sud-ouest de Majorque (fig. 49 et 50). Plus rétrécie encore et moins profonde, la région qu'intéresse cette coupe, avec ses deux minimum thermiques et son maximum intercalaire, a un aspect semblable, mais les couches respectives ne sont pas horizontales, elles se relèvent d'ouest en est. A cette latitude, la concordance entre température et salinité se rétablit : la couche septentrionale supérieure est à moins de 12°90 et à 38.20/38.35 et la couche orientale à 13°/13°02 et à plus de 38.45 (avec un noyau à 38.57); quant à la couche septentrionale inférieure, qui continue à occuper le fond de la cuvette, elle conserve, avec son caractère thermique originel, la forte salinité de 38.44 empruntée aux eaux orientales profondes rencontrées plus au nord et avec lesquelles elle s'est mélangée.

On remarquera enfin la part importante des eaux superficielles faiblement salées, notamment dans le coin est de la coupe (fig. 49 B), où un lobe très dilué (37.00 à 37.10) indique la contribution qu'apporte le courant atlantique au régime de la Mer catalane, sur le versant des Baléares.

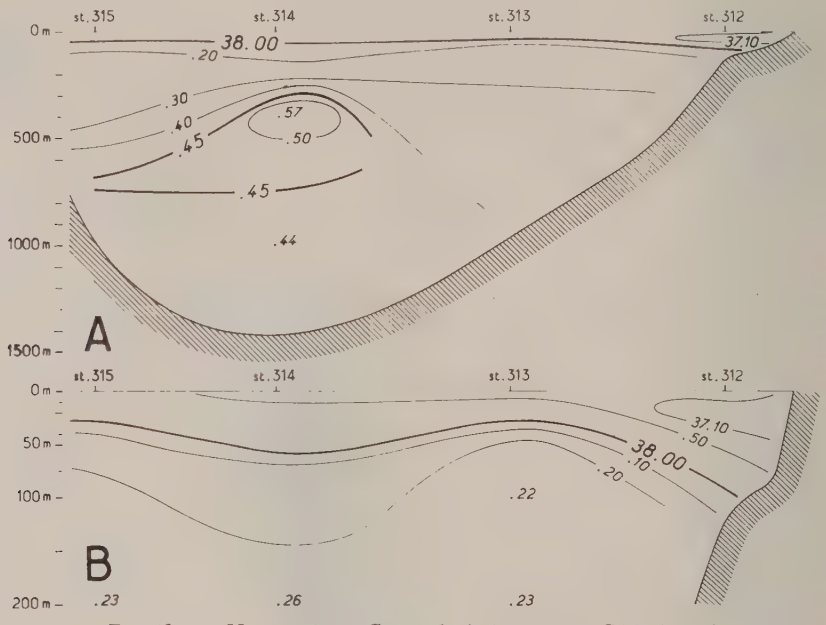

FIG. 49. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C4 (salinités).*

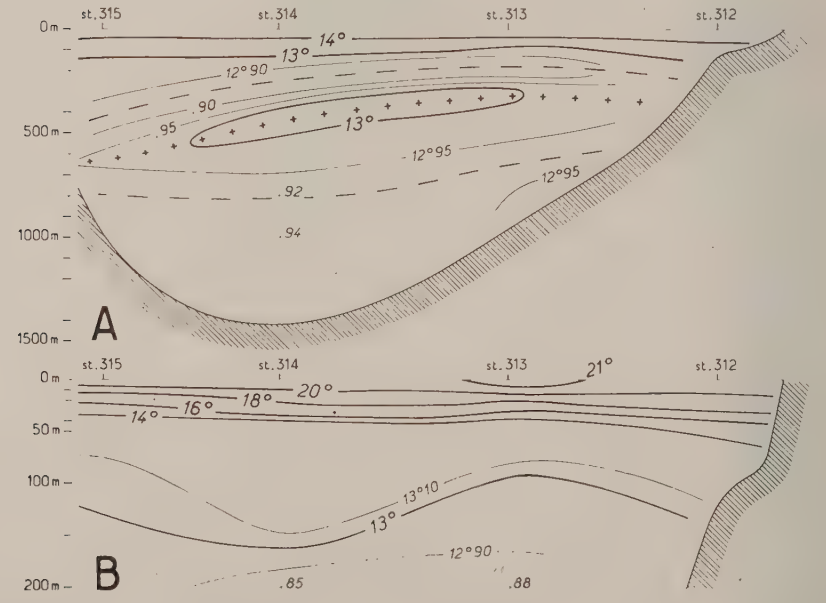

FIG. 50. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C4 (températures). Les croix situent le maximum thermique de la couche orientale, les tirets le minimum des couches septentrionales.*

Coupe n° C5, canal d'Ivice (fig. 51 et 52). On atteint la sortie de la Mer catalane par un véritable détroit dont la profondeur est inférieure à 900 m.

Au-dessous des eaux superficielles, la stratification habituelle des trois couches principales reste nette. Mais pour chacune d'elles, la salinité s'est abaissée et la température relevée de peu

mais de manière perceptible. Cela tient pour une part au mélange de ces différentes couches que doit provoquer le resserrement et l'exhaussement du canal et surtout à l'intrusion des eaux atlantiques (36.91 à 37.25) qui occupent désormais un secteur étendu de la zone superficielle, principalement sur le côté d'Ivice.

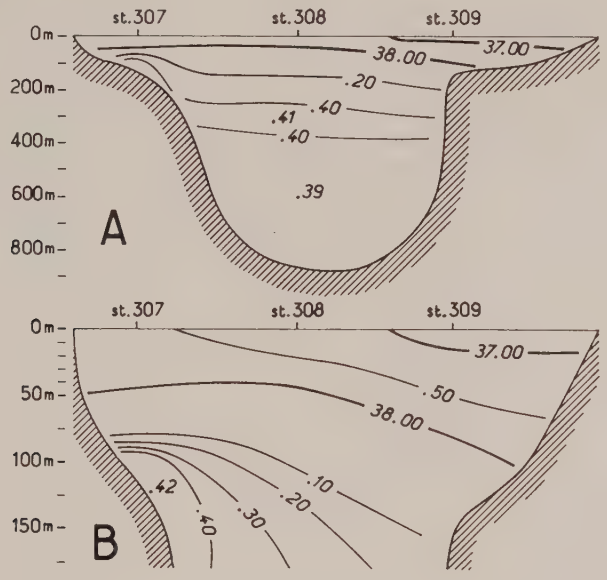

Fig. 51. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C5 (salinités).*

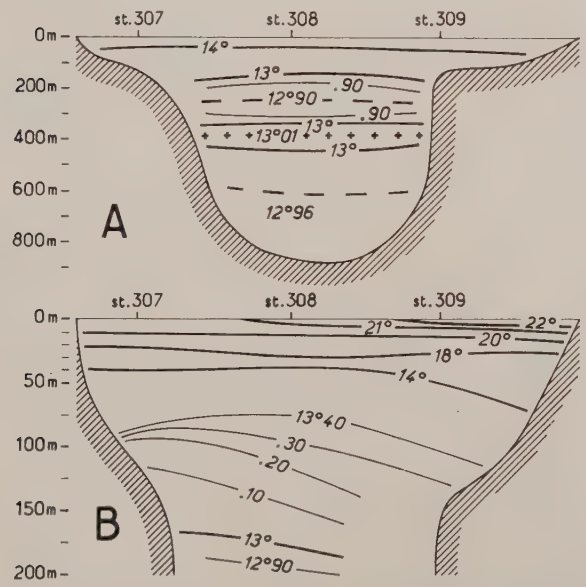

Fig. 52. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C5 (températures). Les croix situent le maximum thermique de la couche orientale, les tirets le minimum des couches septentrionales.*

A noter aussi (fig. 51 B) que sur le bord continental (station 307) par 100 m de fond seulement, s'inscrit la salinité la plus forte (38.42) de la section. C'est le point extrême où aboutissent les eaux orientales, très dégradées mais encore repérables, que le seuil d'Ivice oblige à remonter vers la surface et qui viennent buter, en fin de course, sur le plateau continental du cap de la Nao.

Coupe n° C6, au sud du canal d'Ivice (fig. 53 et 54). Il n'était pas sans intérêt de prolonger cette étude de la Mer catalane par une dernière coupe faite au sud du canal, un peu en dehors d'elle, aux abords de la Mer d'Alboran.

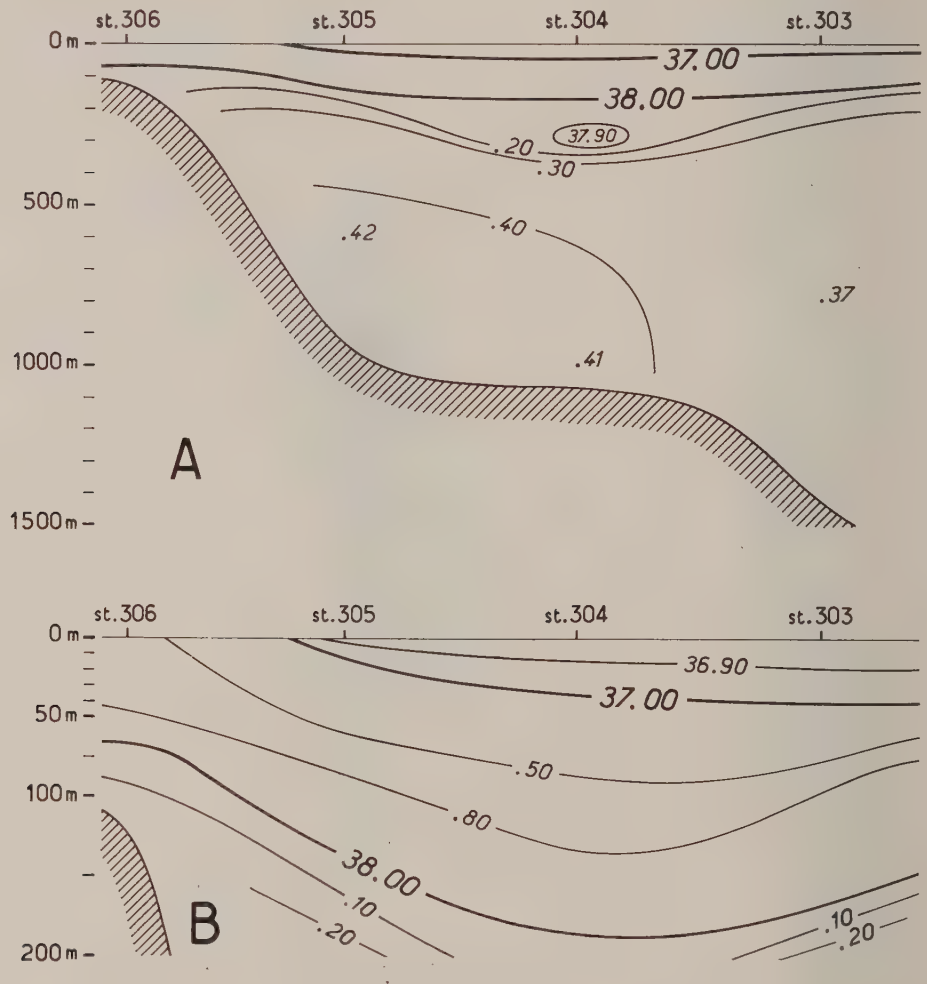

FIG. 53. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C6 (salinités).*

L'hydrologie, le long de cette section C6, est toute différente des précédentes. Le minimum et le maximum thermiques qui caractérisaient ailleurs les deux couches d'eau septentrionale récente et d'eau orientale, dans les 500 premiers mètres, n'existent pas ici. A leur place, on a, sur près de 200 m, une eau de salinité inférieure à 38.00 et de température supérieure à 13°10, fortement influencée par le courant atlantique, lequel fait même sentir ses effets à un niveau plus bas, ainsi que le montre un noyau à 37.90 par 300 m à la station 304. Peut-être pourrait-on attribuer à une veine d'eau septentrionale récente ayant contourné les Baléares au sud, le lobe à 13°, par 200 m à la station 303 ; quant à l'eau orientale, il n'y en a, dans ce secteur, aucune trace.

En revanche, le minimum thermique profond caractérisant les eaux septentrionales anciennes apparaît, bien net, au sein d'une masse de température inférieure à 13° (avec un noyau allongé

inférieur à 12°90) dont la salinité, toujours forte (38.42), garde la trace de mélanges antérieurs avec l'eau orientale. Cette masse d'eau septentrionale, à partir de 300/400 m, occupe toute la profondeur jusqu'au-delà de 1 000 m.

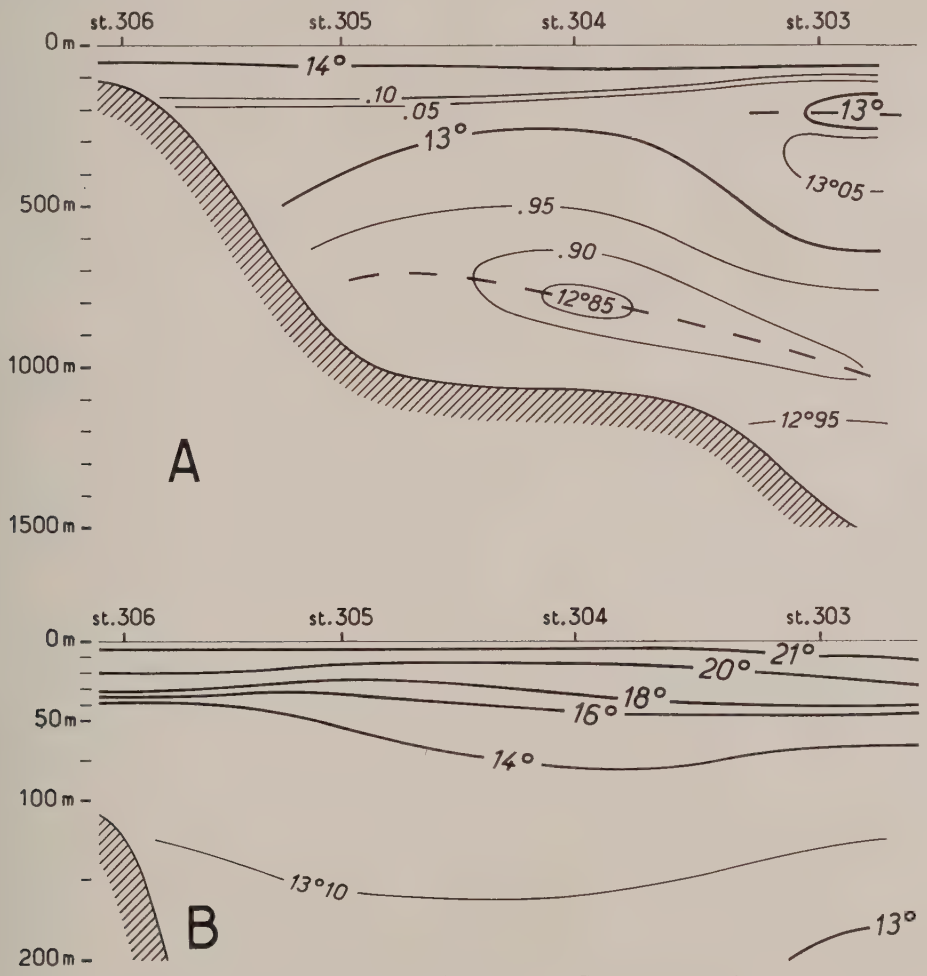

FIG. 54. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C6 (températures). Les tirets situent le minimum thermique des eaux septentrionales.*

Remarques sur les variations du minimum thermique des eaux septentrionales supérieures et inférieures et du maximum des eaux orientales.

Les variations légères, mais appréciables de la température de ces trois couches essentielles et celles de leurs niveaux respectifs peuvent fournir des renseignements complémentaires sur leurs origines, leur déplacement et les modifications qu'elles subissent entre le Golfe du Lion et le canal d'Ivice.

Dans le tableau ci-après, ont été portées les températures minimales des deux couches septentrionales froides et la température maximale de la couche orientale intermédiaire ; y figurent aussi les profondeurs auxquelles se situent ces diverses températures sur les coupes considérées du nord au sud du bassin catalan.

Quitte à nous répéter, rappelons l'origine des eaux qui constituent les couches froides supérieure et inférieure. Elles prennent naissance dans le Golfe du Lion et ses abords (secteur catalan compris) où règnent, en hiver, des vents froids et secs qui abaissent fortement la température de surface et augmentent, par évaporation, la teneur en sel. Il en résulte un accroissement de la densité de l'eau de surface qui, tout en s'écoulant vers le sud, tend à descendre aux niveaux inférieurs et à s'y accumuler. La coupe L4, en face du cap Creus, où la couche supérieure et la couche inférieure ont de larges contacts, a mis le phénomène en évidence.

Mer Catalane Coupe n°	Couche septentrionale supérieure		Couche septentrionale inférieure		Couche orientale intermédiaire	
	T° minimum	Profond. (m)	T° minimum	Profond. (m)	T° maximum	Profond. (m)
L4	12°90	100	12°88	1 100	13°05	200
C2	12°84	200	12°88	700	13°03	300
C3	12°78	300	12°92	1 000	13°02	500
C4	12°88	300/200	12°90	700	13°02	400
C5	12°89	200	12°95	600	13°01	400

En concordance avec les conditions atmosphériques, cette couche d'eau supérieure doit être plus froide au plein de la saison hivernale qu'à la fin, après quoi le réchauffement printanier et estival met provisoirement un terme à sa formation. Comme elle s'écoule vers le sud, on n'en rencontre plus, à la fin du mois de juin, qu'un reliquat insignifiant dans le Golfe du Lion qu'elle a évacué jusqu'aux abords de la Mer catalane où elle apparaît à partir de la coupe L4. Ceci permet déjà de se faire une idée de la vitesse qui l'anime dans son déplacement vers le sud : elle a franchi toute l'étendue du Golfe du Lion entre la fin de la période de refroidissement hivernal (qui peut se poursuivre au début du printemps) et le commencement de l'été.

D'autre part, en fonction de ce qui précède et en dépit du réchauffement qu'elle peut subir au cours de son transport, cette couche supérieure d'eau septentrionale devra être d'autant plus froide qu'elle se rencontrera plus au sud. Ceci, compte tenu de la part que cette formation reçoit *in situ*, le secteur côtier catalan étant comme le Golfe du Lion l'un de ses lieux d'origine. C'est en effet ce qui se produit. En suivant les variations du minimum thermique de cette couche sur les coupes successives du tableau ci-dessus, on voit que de L4 en C3 ce minimum s'accentue faiblement mais régulièrement (de 12°90 à 12°78). En outre, il s'enfonce de plus en plus (de 100 à 300 m). On remarquera ainsi que l'eau parvenue en C3 est de formation antérieure (milieu de l'hiver probablement) à celle de la même couche en L4 (fin de l'hiver) et qu'au fur et à mesure de sa progression vers le sud, elle coule vers la profondeur. (1)

Mais dans la partie la plus méridionale de la Mer catalane la température considérée augmente de nouveau (de 12°78 à 12°89) et se situe plus près de la surface (de 300 à 200 m). Ce double phénomène, on l'a vu, est provoqué par le relèvement du fond et le resserrement du détroit d'Ivice qui obligent la couche à remonter et à se mélanger avec les eaux susjacentes plus chaudes.

Pour les eaux septentrionales du niveau inférieur, le processus est comparable, mais la Mer catalane étant moins profonde que la partie est du Golfe du Lion, leur masse y devient moins épaisse et leur maximum thermique se situe à un niveau moins bas. Dans le canal d'Ivice, sous l'effet des mêmes causes que pour la couche supérieure, ces eaux profondes se réchauffent légèrement et s'élèvent vers la subsurface. On notera surtout que la température de cette couche inférieure, est, sauf en L4, un peu plus élevée que celle de la couche supérieure (de 4/10e en C2 à 6/10e en C5). Elle s'est donc réchauffée davantage et ce ne peut être qu'en empruntant les calories nécessaires à la couche orientale avec laquelle elle se mélange progressivement.

En effet, cette couche orientale, qui s'enfonce peu à peu de L4 en C3, perd régulièrement, au cours de ce cheminement, quelques dixièmes de degré pour finir par être presque complètement absorbée par les eaux précitées, à la sortie d'Ivice.

(1) Les mêmes remarques pourraient être faites par rapport à la coupe nord-sud (stations 322 à 335) à l'entrée ouest de la Mer catalane.

Ainsi, la Mer catalane a, au début de l'été, une hydrologie très homogène qui s'individualise au nord dans la zone intermédiaire faisant suite au Golfe du Lion et qui cesse dès qu'est franchi le détroit d'Ivice.

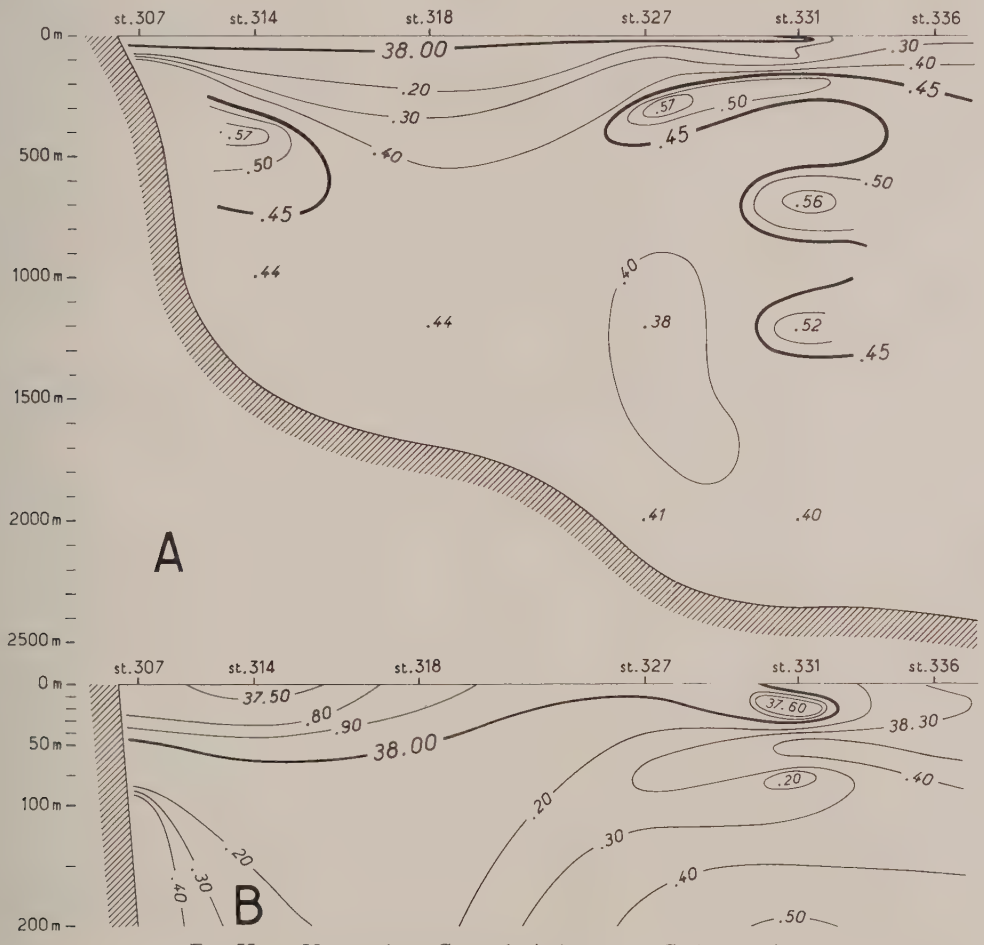

FIG. 55. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C7 (salinités).*

La section hydrologique n° C7 (fig. 55 et 56) qui recoupe toutes les précédentes suivant l'axe catalan, fournit une bonne illustration résumée de la situation que les tranches successives ont permis de décrire.

1° La surface est tout entière drainée par un courant général, *le courant de Catalogne*, qui entraîne les eaux méditerranéennes du sud-est du Golfe du Lion dans le chenal catalan. A ces eaux d'assez forte salinité, se joignent celles du courant du Rhône (grossies des apports côtiers ibériques) à l'ouest, et celles du courant atlantique à l'est ; leur conjonction provoquant une dessalure progressive des eaux méditerranéennes axiales.

2° Le courant de surface coule sur une eau de transition qui devient très vite, par ses valeurs thermohalines, la couche d'eau septentrionale supérieure, récente, dont on a eu l'occasion, dans les pages précédentes, de préciser l'origine. Cette couche, par laquelle passe un minimum thermique aux niveaux de 200/300 m est, en cette saison, caractéristique de l'hydrologie catalane. La coupe C7 (fig. 56) montre bien, en effet, qu'elle ne s'individualise qu'à partir de l'entrée nord de cette mer (station 331) et qu'elle accentue sa puissance vers le sud.

3° Au-dessous de cette couche septentrionale supérieure, intervient, vers 300/500 m, suivant le lieu, la nappe orientale que signale d'un bout à l'autre de la figure 56 un maximum thermique passant entre les isothermes de 13°. Elle subit l'influence des eaux septentrionales entre lesquelles elle s'interpose et de ce fait devient, par endroit, assez floue.

Cette couche intermédiaire d'eau orientale qui s'épand en Mer catalane y pénètre par le nord-est ; la figure 55 montre qu'elle se rattache à une formation complexe qui, dans ce secteur nord-est, intéresse la profondeur jusqu'au-delà de 1 000 m.

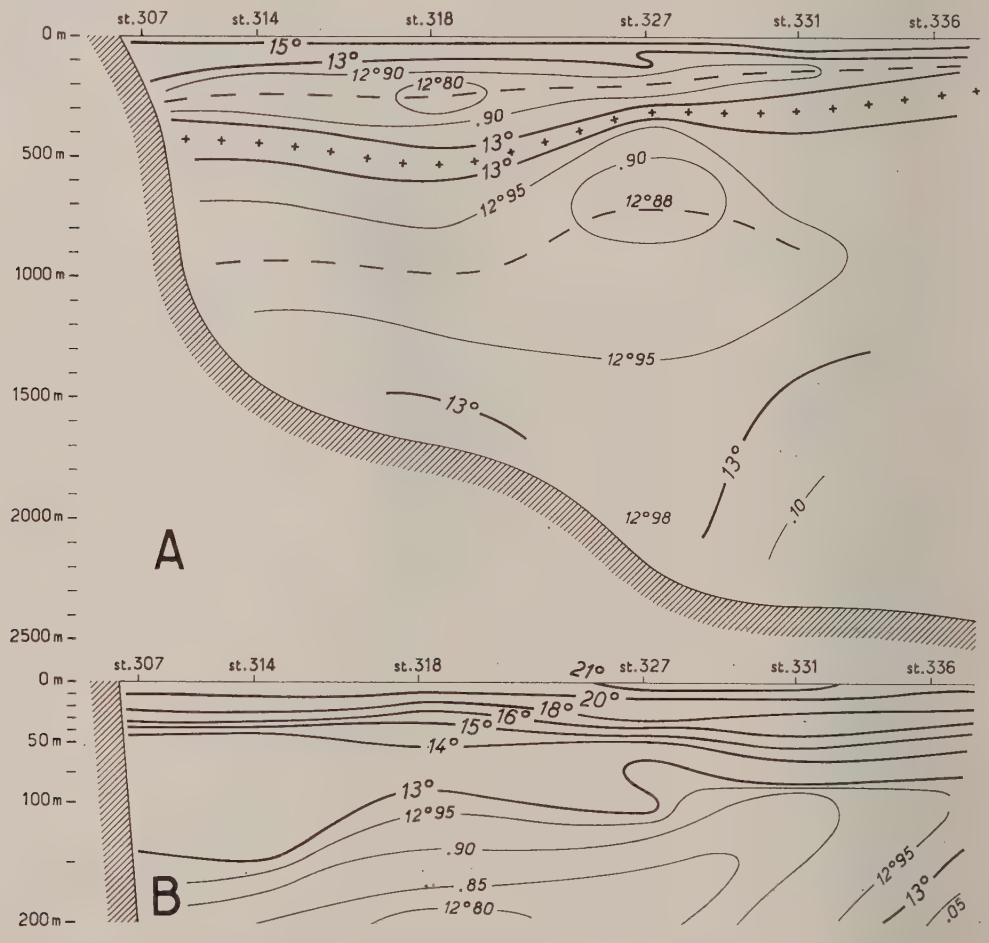

Fig. 56. — *Mer catalane. Coupe hydrologique n° C7 (températures). Les croix situent le maximum thermique de la couche orientale, les tirets le minimum des couches septentrionales récente et ancienne.*

4° La nappe d'eau orientale intermédiaire repose sur la masse des eaux septentrionales inférieures, anciennes, par lesquelles passe un second minimum thermique. Cette masse apparaît, sauf exception, au-dessous du niveau des 500 m et occupe la plus grande partie du chenal catalan. Elle s'écoule elle aussi vers le sud, mais avec, sans aucun doute, beaucoup plus de lenteur que les eaux susjacentes, en raison de sa densité élevée.

5° Enfin, à partir de 1 800/2 000 m, là où la Mer catalane dépasse une telle profondeur, se tient l'eau de fond avec une température supérieure à 13°.

CHAPITRE III

LA MER D'ALBORAN ET SES ABORDS

Les recherches concernant cette partie de la Méditerranée couvrent la mer d'Alboran proprement dite et le secteur qui la prolonge à l'est jusqu'à une ligne joignant les parages de Ténès sur la côte algérienne, au canal de Majorque. C'est probablement la plus étudiée sinon la mieux connue des régions dans lesquelles le « Président-Théodore-Tissier » a tracé ses itinéraires. La carte

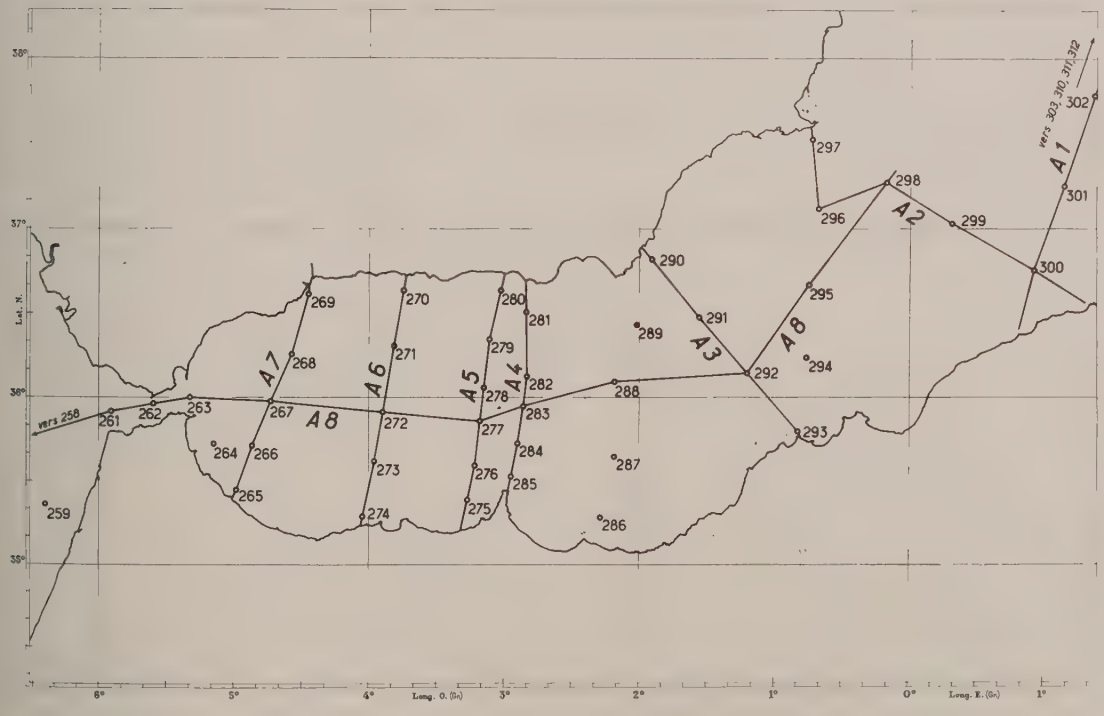

Fig. 57. — *Mer d'Alboran. Carte des stations et des coupes hydrologiques faites au mois de juin 1957.*

de la figure 57 indique la répartition des stations faites au cours du mois de juin 1957, ainsi que des coupes hydrologiques utilisées dans la deuxième partie de ce chapitre.

Les résultats qui en ont été tirés permettent d'avoir une vue d'ensemble de la situation hydrologique, au premier abord fort complexe, de ce bassin par lequel s'opèrent les échanges entre la

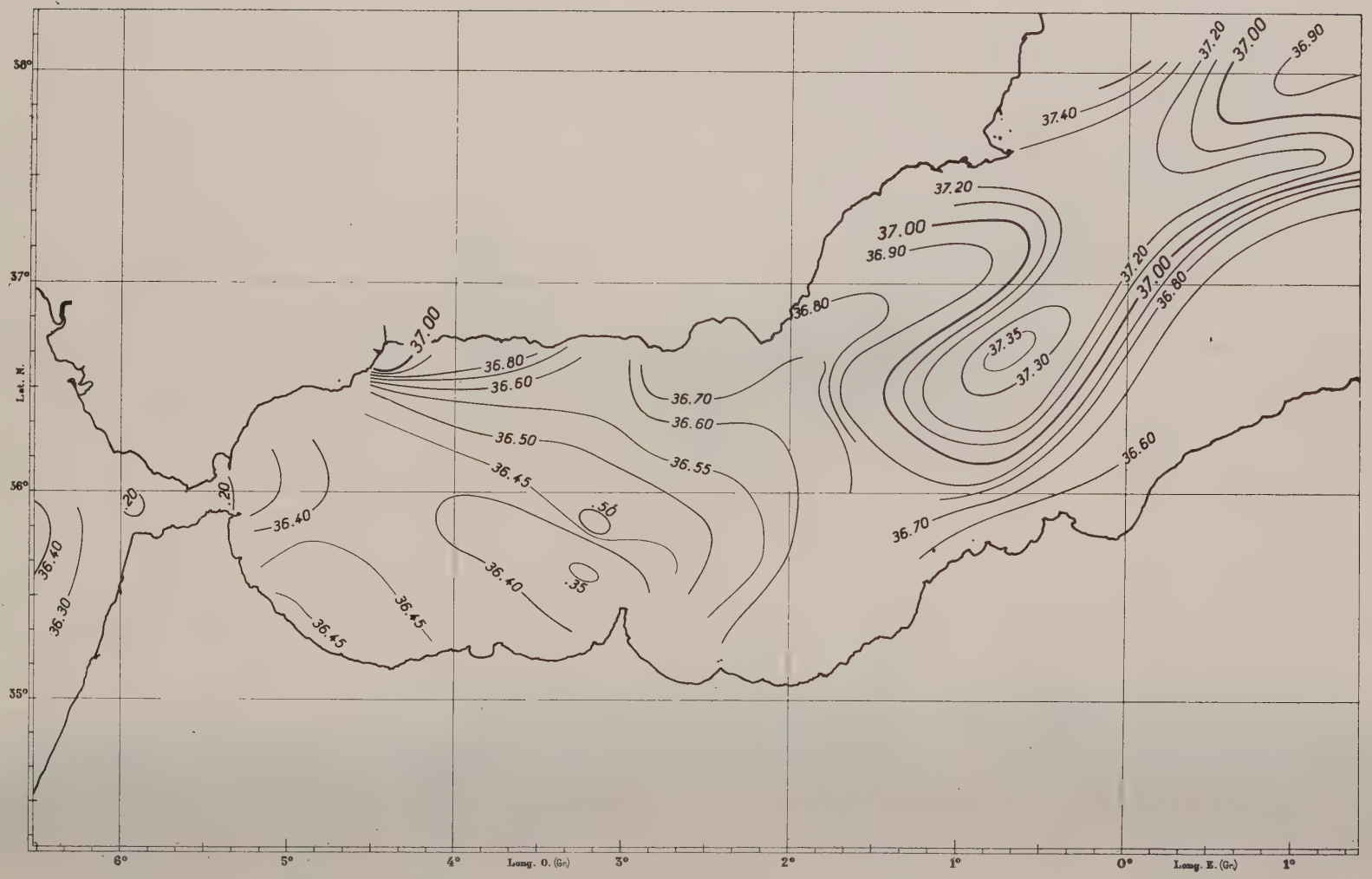

FIG. 58. — *Mer d'Alboran. Isohalines à 5 m .*

Méditerranée et l'Atlantique. Ils montrent aussi que s'y retrouvent les mêmes éléments constitutifs de l'hydrologie profonde de la Mer catalane et du Golfe du Lion : eaux septentrionales et eaux orientales auxquelles s'ajoute, en surface, l'eau atlantique dont le rôle est ici considérable.

1° Carte des salinités et températures.

A 5 mètres (fig. 58 et 59). Tout cet ensemble est caractérisé par des salinités très basses, inférieures à 37.00, sauf dans la partie orientale, entre Carthagène et Oran. On peut dire que cette région sud-occidentale de la Méditerranée est tout entière recouverte d'eau atlantique amenée par le courant de surface qui vient de l'océan. Néanmoins, ce recouvrement n'est pas uniforme et la mer d'Alboran peut être, sous cet aspect, divisée en secteurs, les uns presque totalement atlantiques, les autres où se laisse percevoir l'influence des eaux méditerranéennes sous-jacentes plus salées.

1° A partir du détroit de Gibraltar, aux eaux à 36.20 très diluées et dont l'origine est due, en partie tout au moins, à l'upwelling qui en cette saison intéresse la côte atlantique marocaine y compris les parages de Tanger, se dessine en direction du cap des Trois Fourches le *courant atlantique* dont le sens général est indiqué par les isohalines de 36.40 et 36.45.

2° Sur le versant andalou et de manière moindre dans le golfe de Tétouan, l'augmentation de la salinité (jusqu'à 37.00 dans la baie de Malaga) et l'allure des isohalines de part et d'autre du courant atlantique, traduisent l'existence d'un vaste remous dans lequel interviennent les eaux de la subsurface mélangées à celles de ce courant.

3° A l'est du seuil d'Alboran, les eaux atlantiques se partagent en deux branches : l'une vers l'Espagne où il faut atteindre le cap de Palos pour trouver une salinité supérieure à 37.00, l'autre le long du versant algérien, où les eaux inférieures à 36.70, après un étranglement dans les parages d'Oran, s'étendent en écharpe à l'est et au nord-est entre la côte algérienne et le versant sud des Baléares.

Cette division en deux bras de l'eau atlantique se fait de part et d'autre d'une zone hydrologique allongée dans l'axe du bassin, entre Carthagène et Oran, où l'allure concentrique des isohalines et l'élévation de la salinité (37.00 à 37.35) font penser à la fois à un mouvement cyclonique et à une montée en surface des eaux sous-jacentes plus salées.

Quoique moins parlante, la carte des températures (fig. 59) concorde avec celle des salinités et laisse transparaître la situation ainsi décrite. On remarquera sur cette carte, le rôle que, dès la surface, joue le seuil d'Alboran dans l'hydrologie de cette région. Il est une véritable ligne de démarcation thermique entre la mer d'Alboran *sensu stricto* et le bassin ibéro-algérien : dans la première la température est inférieure à 20°, dans le second elle est partout supérieure à ce chiffre.

A 50 mètres (fig. 60 et 61), le seuil d'Alboran fait, avec plus de netteté encore, la démarcation entre les deux bassins précités, dans lesquels les phénomènes observés en surface sont également plus accentués.

A l'ouest, les isohalines, tout en évoquant par leur tracé plus ou moins concentrique un mouvement tourbillonnaire intéressant l'ensemble de la Mer d'Alboran, séparent celle-ci pour moitié en une zone sud, de caractère purement atlantique (36.40 à 36.50) et une zone nord, dont la salinité relativement forte (37.20 à 37.40) est le résultat du mélange de l'eau atlantique et de l'eau méditerranéenne sous-jacente.

Sans vouloir aller trop loin dans l'interprétation des courbes, le contraste entre ces deux zones est si évident, notamment à l'entrée du détroit de Gibraltar, qu'il fait penser à une remontée des eaux profondes en ce dernier point et à leur rebroussement le long du versant andalou avec inflexion vers le cap des Trois Fourches. La concordance entre les températures et les salinités est parfaite. Aux salinités atlantiques du versant sud correspondent des températures de 15° à 16°5 ; à celles des eaux de transition du versant nord, des températures de 14° à 14°5 qui trahissent bien l'influence de l'eau profonde.

FIG. 59. — *Mer d'Alboran. Isothermes à 5 m .*

A l'est du cap des Trois Fourches et d'Alboran les isohalines s'orientent de manière à séparer ce bassin oriental en deux systèmes hydrologiques en opposition, certainement animés l'un et l'autre d'un mouvement giratoire.

Le plus proche du seuil d'Alboran est constitué par les eaux atlantiques à peine mélangées (salinité 36.50 à 36.70, température 16° à 17°) ; il s'appuie sur la côte africaine et s'étend vers le nord jusqu'aux abords du cap de Gates. L'autre est formé par la remontée des eaux méditerranéennes, déjà apparente en surface, entre Carthagène et Oran. Ces eaux bien qu'étant encore mélangées accusent l'influence de la profondeur par leur salinité de 37.70 à 38.10 et leur température de 13°29 à 14° qui contrastent fortement avec celles du système atlantique voisin.

Ces eaux méditerranéennes toujours isolées au centre du bassin, parviennent au sud jusqu'aux abords de la côte oranaise qu'elles dégagent plus à l'est où elles cèdent la place au courant atlantique qui peut s'étaler largement vers le nord-est.

A 100 mètres (fig. 62 et 63). Les cartes, celles des salinités surtout, offrent sensiblement le même aspect qu'à 50 m. Mais, comme il est naturel, les salinités sont plus fortes et les températures plus basses.

Le seuil d'Alboran continue à servir de barrière hydrologique entre les deux bassins est et ouest et chacun de ceux-ci se partage toujours aussi nettement en un secteur atlantique encore franc en dépit de la profondeur (salinité : 36.60 à 36.90, température : 14°5 à 15°5) et un secteur de transition où les eaux profondes manifestent désormais leur prépondérance (salinité supérieure à 38.10/ 38.20, température inférieure à 13°5).

A 200 mètres (fig. 64 et 65). Les traits principaux des niveaux supérieurs persistent mais le changement devient sensible : le caractère des eaux méditerranéennes profondes (eaux septentrionales) s'est précisé et leur domaine étendu, tandis que celui des eaux atlantiques s'est restreint. Le 36e parallèle qui passe à peu près par l'axe de la Mer d'Alboran, sépare *grosso modo* ces domaines respectifs.

Au nord, se trouvent des eaux de type septentrional bien défini avec une salinité de 38.30/ 38.40 et une température voisine de ou inférieure à 13°.

Au sud, on a une eau de mélange dans laquelle les isohalines de 37.50 à 38.00 et les isothermes de 13°10 à 13°50 dessinent, de part et d'autre des Trois Fourches un grand arc de cercle qui marque l'importance que présentent encore les eaux atlantiques à cette profondeur et la direction vers l'est et le nord-est du courant qui les emporte.

A 400 mètres (fig. 66 et 67). L'influence des eaux atlantiques a totalement disparu. Partout règnent des eaux méditerranéennes de salinité voisine de ou supérieure à 38.40 et de température proche de ou inférieure à 13°. Mais malgré cette tendance à l'homogénéité, on peut encore observer d'appréciables différences à ce niveau.

Le seuil d'Alboran affecte toujours l'hydrologie de la région : marqué par l'isotherme de 13° et une salinité de 38.38, il rompt la continuité de la couche d'eau à 38.40 et plus. Celle-ci, dans la Mer d'Alboran proprement dite, où elle bute sur le seuil de Gibraltar, a un caractère septentrional plus affirmé (température inférieure à 13°) que dans le bassin ibéro-algérien (température supérieure à 13°). En outre, les noyaux à 38.46 et à 38.44 qui pointent respectivement à l'ouest et à l'est d'Alboran montrent l'apparition, à ce niveau, d'une eau de type oriental.

Au-dessous de 400 m, les fonds sont trop irréguliers et les stations insuffisamment nombreuses pour permettre de dresser des cartes bien représentatives de la répartition des couches. Une série de coupes transversales d'est en ouest, puis une coupe axiale, vont fournir des renseignements complémentaires sur l'hydrologie profonde de cette région, la plus occidentale de la Méditerranée.

FIG. 60. — *Mer d'Alboran. Isohalines à 50 m .*

FIG. 61. — *Mer d'Alboran. Isothermes à 50 m .*

FIG. 62. — *Mer d'Alboran. Isohalines à 100 m .*

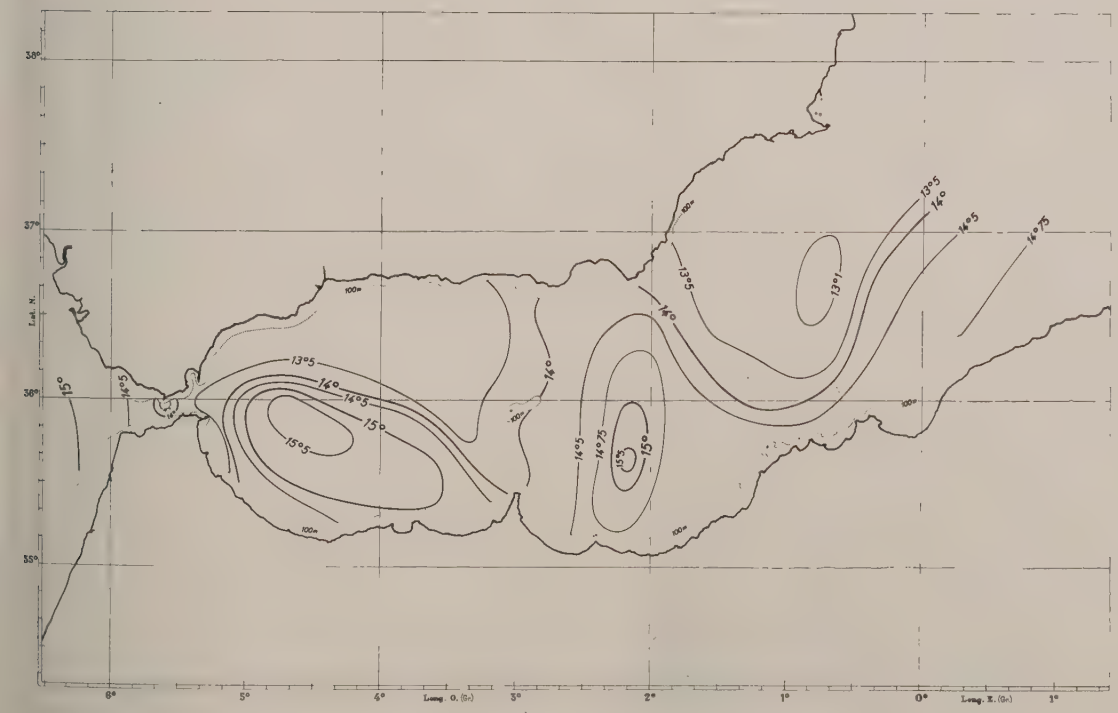

FIG. 63. — *Mer d'Alboran. Isothermes à 100 m .*

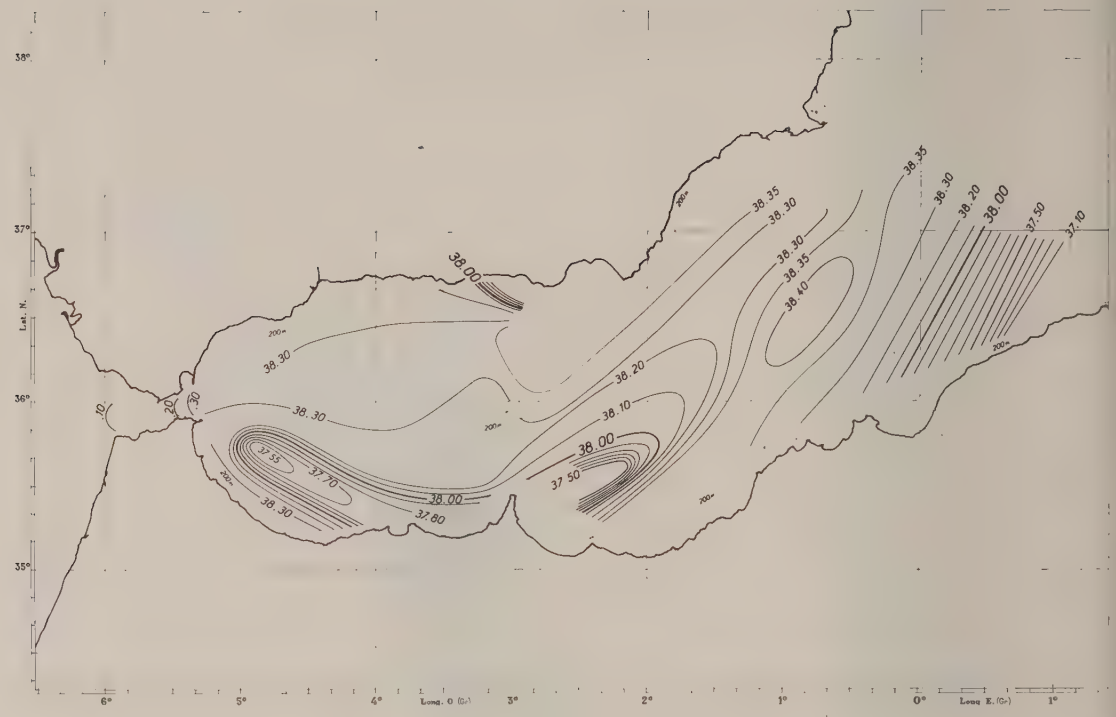

FIG. 64. — *Mer d'Alboran. Isohalines à 200 m .*

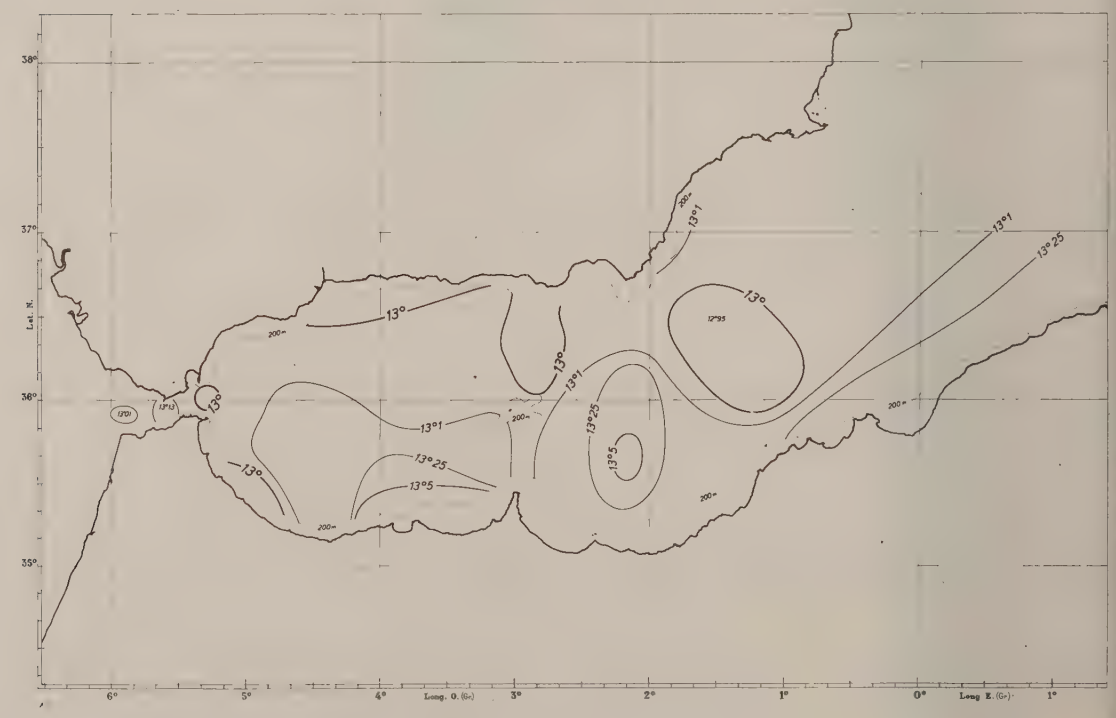

FIG. 65. — *Mer d'Alboran. Isothermes à 200 m .*

FIG. 66. — *Mer d'Alboran. Isohalines à 400 m .*

FIG. 67. — *Mer d'Alboran. Isothermes à 400 m .*

2° Coupes hydrologiques.

La coupe n° C6 (fig. 53 et 54) a déjà montré qu'au nord de ce secteur, non loin du canal d'Ivice, on a :

a) En surface, sur près de 200 m d'épaisseur, une couche fortement influencée par les eaux atlantiques longeant le versant sud de cette île.

b) En profondeur des eaux septentrionales (température inférieure à 13°) sorties de la Mer catalane par le détroit d'Ivice.

Avec la coupe n° A1 (fig. 68 et 69), on va voir quelles eaux on rencontre entre Ténès sur la côte algérienne et Dragonera dans le canal de Majorque, soit sur une section complète du nord au sud du bassin.

a) D'abord, en surface (fig. 68 B), s'impose le courant atlantique avec les isohalines de 36.60 à 37.00, appuyées sur la côte algérienne au sud (station 300-301). Il atteint 200 m de profondeur et prolonge même son influence plus bas encore puisque les salinités, faibles, de 37.10 à 38.00 plongent au-dessous de ce niveau.

Au nord, le canal de Majorque est lui aussi occupé par une branche de ce courant atlantique qui, moins puissante que la précédente mais faiblement salée elle aussi (inférieure à 37.00), circule le long du versant sud des Baléares ainsi que l'ont indiqué les cartes du paragraphe 1.

On voit bien sur la figure 68 comment ces deux rameaux atlantiques se trouvent séparés dans la partie centrale de la coupe par le dôme d'une masse d'eau montée de la profondeur et dont la salinité dépasse 37.20 en surface, 38.00 à 100 m et 38.30 à 200 m (station 302).

b) En dehors des eaux de surface, presqu'exclusivement atlantiques, cette coupe n'est pas sans analogie avec la coupe C1, faite à l'entrée nord-est de la Mer catalane. On peut d'ailleurs noter que ces deux sections sont dans une situation symétrique par rapport aux Baléares, largement ouvertes, l'une au nord l'autre au sud, sur le bassin algéro-provençal. Il n'est donc pas surprenant que leur hydrologie présente beaucoup d'analogie, compte tenu des variations dues à la latitude. Aussi retrouvera-t-on sur cette coupe A1 les mêmes couches d'eaux septentrionales, supérieure (récente) et inférieure (ancienne), ainsi que les eaux orientales, mais elles n'auront pas, cela va de soi, la même puissance, notamment aux niveaux de la subsurface : bien définies au nord, elles seront plus floues au sud.

On examinera en premier lieu les températures, souvent plus significatives, dans ces régions que les salinités.

Sous les eaux atlantiques ou d'influence atlantique, les isothermes ne dessinent pas ici, comme en Mer catalane, les limites d'une couche septentrionale supérieure. Mais un minimum thermique s'esquisse, qui passe par des températures de 13° vers 200 m sur le versant des Baléares, à 13°05 par 300 m, du côté oranais, trop fortes par conséquent pour conférer à l'eau de ces niveaux le caractère franc de la couche septentrionale supérieure, telle qu'elle a pu être définie précédemment. Néanmoins, l'existence même de ce minimum thermique implique la présence de cette couche, qui après avoir traversé le bassin occidental, à *l'est des Baléares,* s'est fortement dégradée sous l'influence des eaux atlantiques de température élevée et de salinité basse qui règnent au voisinage de la côte d'Afrique.

Il en est de même de la couche orientale qui se situe immédiatement au-dessous de la nappe septentrionale supérieure. A l'exception d'un noyau à 38.45, par 500 m (station 302), rien ne l'indiquerait si un maximum thermique, léger mais réel, ne pouvait être tracé entre 300 m sur la côte des Baléares (13°09) et 400/500 m sur celle d'Afrique (13°12). Il est la manifestation de cette cou

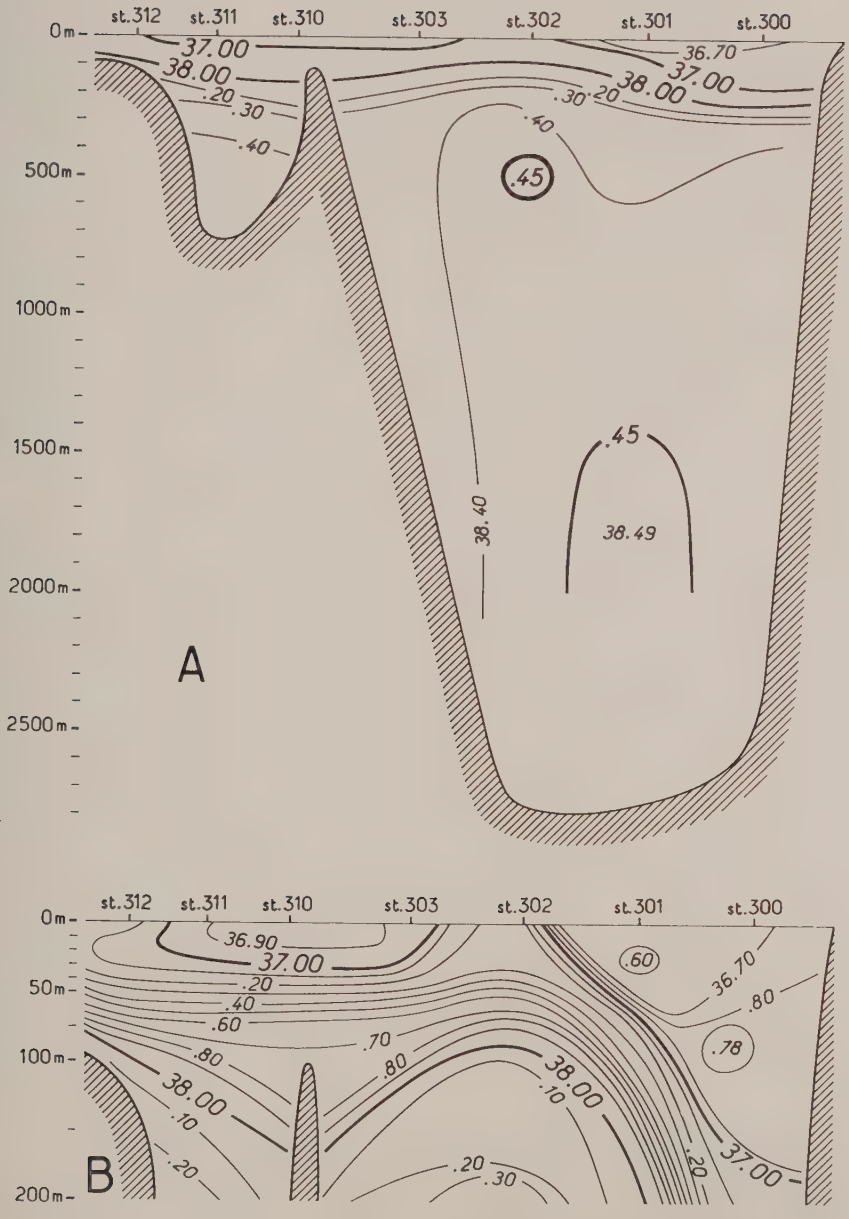

Fig. 68. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A1 (salinités).*

che orientale, réduite ici à l'état d'un reliquat après avoir progressé elle aussi du nord au sud au large des Baléares.

Au-dessous du niveau de 500 m, la situation est plus tranchée ; s'enracinant en profondeur, un dôme d'eau chaude et salée de type oriental très net, sur lequel on va revenir, tend à séparer

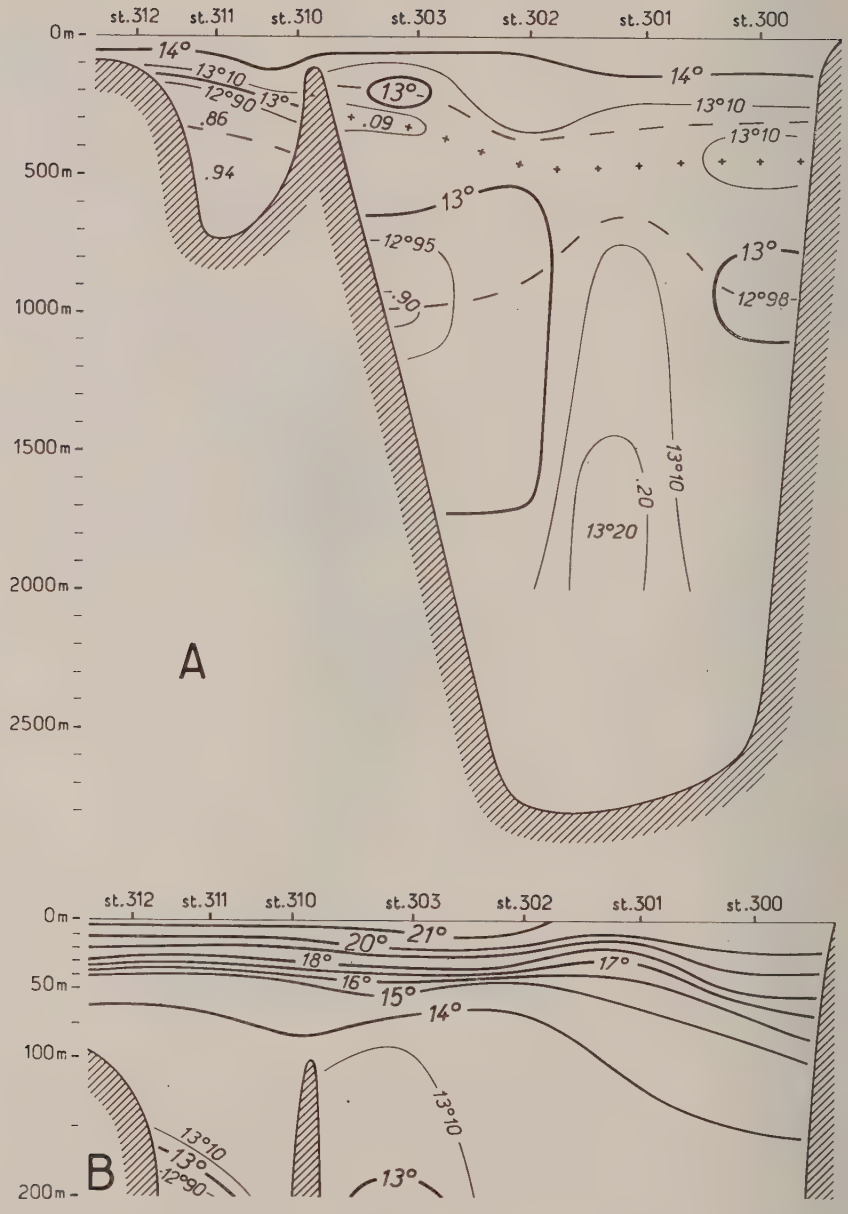

FIG. 69. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A1 (températures). Les croix situent le maximum thermique de l'eau orientale, les tirets les minimum des deux couches septentrionales supérieure et inférieure.*

en deux masses latérales distinctes les eaux septentrionales inférieures. La plus septentrionale de ces masses, calée sur le socle des Baléares entre 600 et 1 700 m, se signale par des températures inférieures à 13° et tombant même, au point le plus froid (par 1 000 m à la station 303), à 12°89. A cette masse doivent être attribuées les salinités de 38.36/38.37 qui, le long de ce socle, s'enfon-

cent au-delà de 1 500 m. Il s'agit donc bien d'eaux septentrionales anciennes qui ont pu cheminer librement depuis le secteur français jusqu'à ce point sans subir aucun mélange.

La masse méridionale, beaucoup plus restreinte, s'appuie sur la pente africaine. Moins froide (12°98) et plus salée (38.44) elle est, en ces lieux, affectée par son mélange avec les eaux orientales profondes.

Mais si ces deux masses d'eau septentrionale apparaissent bien séparées par l'artifice des tracés isothermiques, en fait une relative continuité persiste entre elles. C'est ce qu'indique la salinité de 38.40/38.41 qui les relie au-dessus du dôme des eaux orientales profondes ; elles ne constituent qu'une seule et même formation dont le type septentrional intact jusqu'au sud des Baléares est altéré plus loin au contact des eaux orientales profondes.

Ces dernières ont la température et la salinité élevée qui définissent ce type hydrologique sur l'ensemble du bassin occidental. Le premier de ces facteurs est à 13°10 par 700/800 m, croît régulièrement pour atteindre 13°20 à 1 500 m et se maintient à ce chiffre jusqu'à 2 000 m pour le moins (l'absence d'observations au-delà de 2 000 m ne permettant malheureusement pas de fixer ses limites vers le fond). Parallèlement, la salinité élève son taux de 38.47 à 1 500 m jusqu'à 38.49 entre 1 600 et 2 000 m. Cette eau orientale profonde, qui vient de l'est, exerce une grande influence sur les eaux de la pente algérienne qu'elle porte à une salinité uniforme de 38.44, entre 500 et 2 000 m.

Coupe n° A2 (fig. 70 et 71). Cette section, qui a le même point de départ que la précédente sur la côte algérienne mais s'incline au nord-ouest jusqu'au cap de Palos, fait apparaître une situation à peu près semblable en surface et subsurface, mais différente en profondeur.

a) Le courant atlantique se signale au sud, par une salinité inférieure à 37.00 jusqu'à 200 m environ.

b) Puis sous des eaux de transition peu épaisses, un premier minimum thermique correspond au même niveau que précédemment, soit entre 200 et 300 m, à la couche septentrionale supérieure tout aussi dégradée qu'en A1, mais rendue plus apparente par le tracé de l'isotherme de 13°05.

c) Immédiatement au-dessous, entre 300 et 600 m, le maximum thermique qui s'inscrit dans l'inflexion des courbes de 13°10 et 13°05, de même que la salinité de 38.46 à la station 299, souligne, plus nettement qu'à l'est, la présence de la couche d'eau orientale, constante à ce niveau.

d) Ensuite, les eaux septentrionales inférieures constituent une couche continue mais d'épaisseur variable suivant la latitude. Sur la figure 71, les deux isothermes de 13° la circonscrivent et le minimum thermique passant entre ces deux lignes donne une indication de son niveau moyen (900 à 1 000 m du nord au sud). Sur la côte algérienne et jusqu'au centre de la coupe, cette couche, plutôt mince (200 m environ), est assez affectée par son mélange avec les eaux orientales ainsi qu'en témoigne sa forte salinité (38.44). Mais sous le cap de Palos, sa puissance atteint un millier de mètres (entre les niveaux de 500 et 1 500 m) ; on y relève une salinité de 38.38/38.39 et une température anormalement basse (jusqu'à 12°52/12°59 entre 900 et 1 000 m, station 296) qui lui confèrent le caractère bien défini d'eau septentrionale.

Nulle part ailleurs, au sein de cette couche, une température aussi basse n'avait été rencontrée et l'on peut s'interroger sur une telle anomalie, en un lieu aussi méridional ; ceci d'autant plus que la densité de la masse intéressée (29.10/29.13) supérieure à celle des eaux du dessus (29.06) et des eaux du dessous (29.02/29.06) montre qu'elle est en équilibre instable. Il faut donc bien admettre qu'on se trouve là en présence d'un phénomène de descente (cascading) d'eau superficielle de l'hiver précédent qui roule lentement le long de la pente continentale du cap de Palos.

e) Autre différence de cette coupe, par rapport à la précédente : les eaux orientales axiales ne s'y retrouvent pas en profondeur. On voit à leur place une formation dont la température de 13°05/13°07 et la salinité de 38.39/38.40 correspondent aux caractères par lesquels est définie « l'eau de fond » méditerranéenne. Comme les eaux de type oriental profond se retrouveront plus à l'ouest sur la coupe suivante, on ne peut guère faire plus que constater la relative complexité de l'hydrologie en ce secteur que les cartes de 5 à 400 m nous ont montré comme étant le siège d'une remontée puissante des eaux profondes.

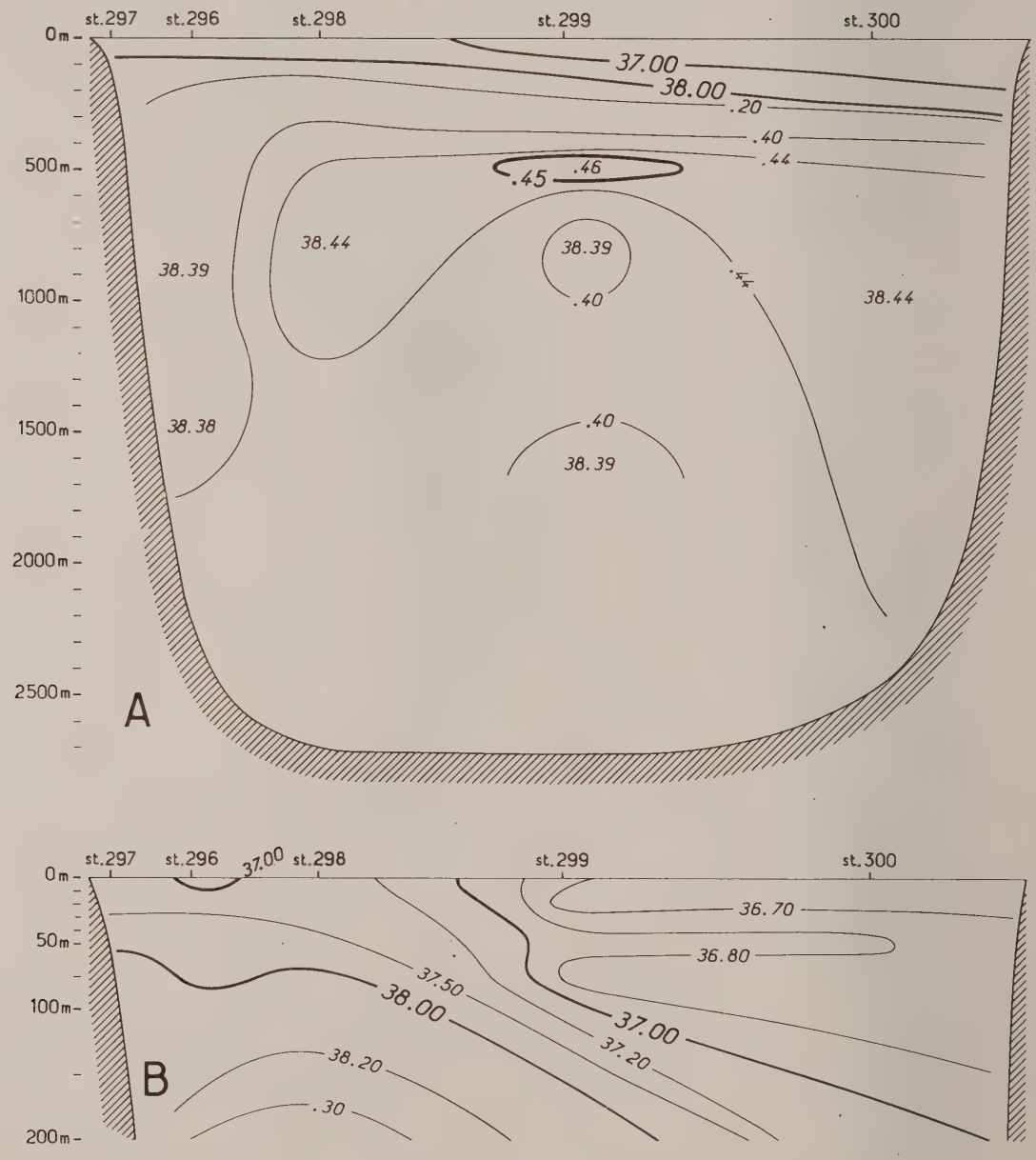

FIG. 70. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A2 (salinités).*

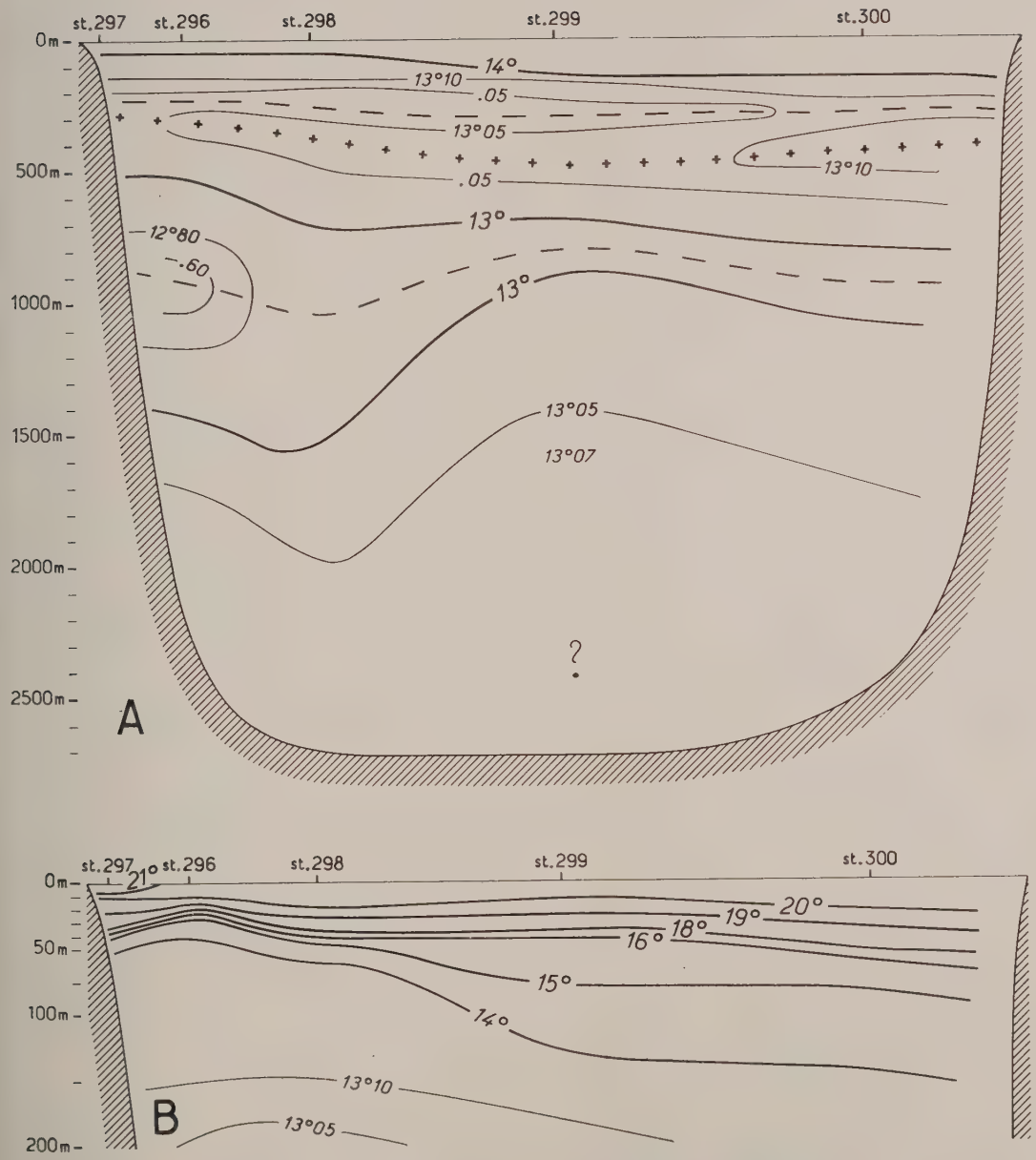

FIG. 71. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A2 (températures). Les croix situent le maximum thermique de l'eau orientale, les tirets les minimum des deux couches septentrionales supérieure et inférieure.*

Coupe n° A3, entre le cap Falcon (Algérie) et le cap de Gates (Espagne) (fig. 72 et 73). Cette section qui nous rapproche du seuil d'Alboran est à la limite de la zone affectée par la montée des eaux profondes.

En dehors de la surface, où l'eau atlantique s'étend de manière visible d'un bout à l'autre, jusqu'à une centaine de mètres en profondeur, la concordance entre les salinités et les températures est encore moins nette que sur la coupe A2.

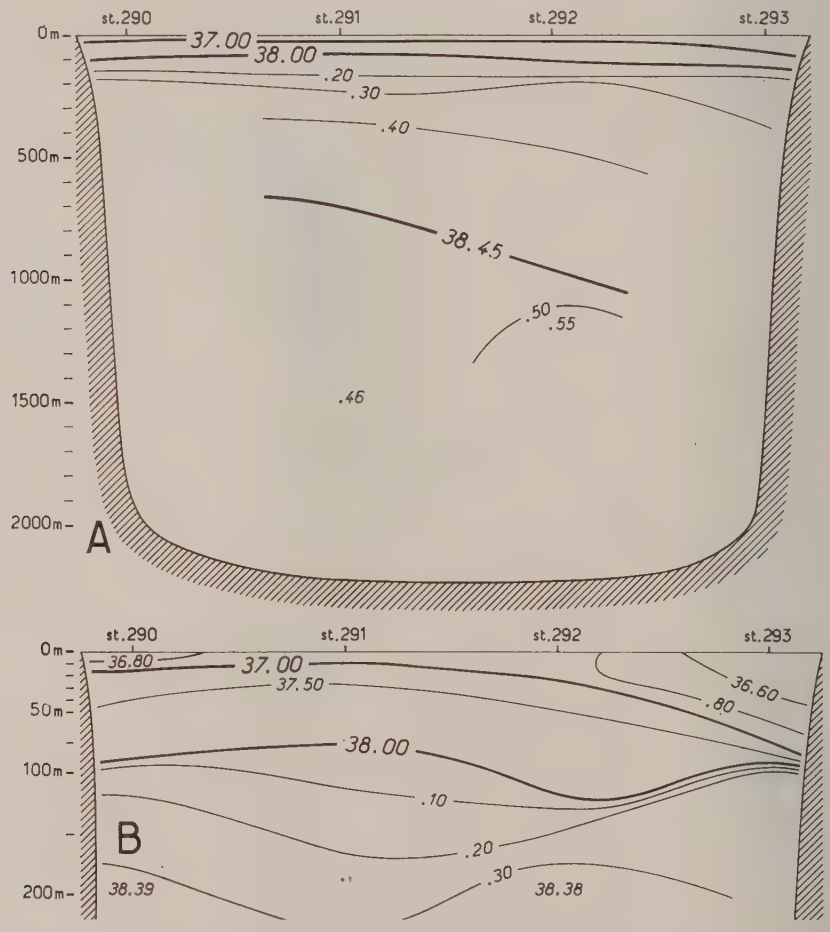

Fig. 72. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A3 (salinités).*

On considèrera d'abord et surtout la figure 73 dont les isothermes plus ou moins imbriquées traduisent l'influence qu'exercent l'une sur l'autre les formations hydrologiques des versants nord et sud de cette région.

Au nord, à partir de 200 m, règnent des températures de type septentrional (inférieures à 13°), au sud, des températures de type oriental (supérieures à 13°). Les couches d'eau que les isothermes permettent de dégager, s'interpénètrent plus qu'elles ne se superposent. Mais la coupe reste assez nette pour qu'on y reconnaisse les trois couches rencontrées en toutes occasions, sen-

siblement aux mêmes niveaux, depuis les rivages du Golfe du Lion :

a) les deux couches septentrionales, supérieure (au niveau de 200/300 m) et inférieure (entre 700 et 1 000 m) très développées sur le versant espagnol et dont le caractère s'atténue vers l'Algérie ;

b) la couche orientale, intercalée entre les deux autres (vers 500 m) bien marquée sur le versant africain et s'affaiblissant vers le nord.

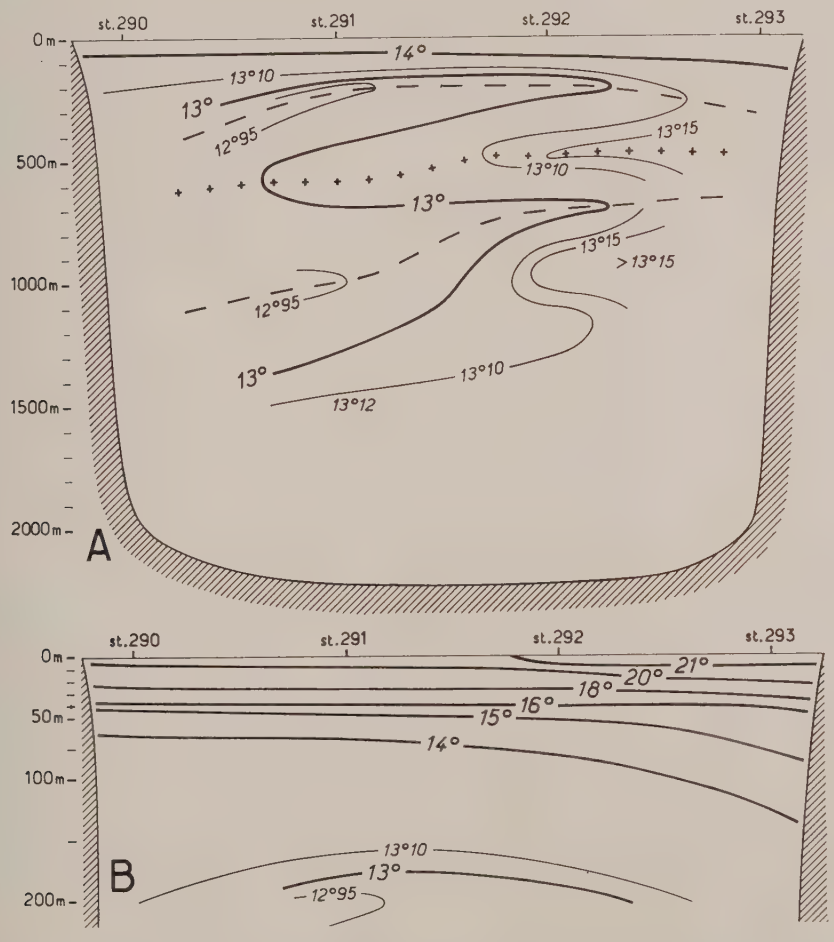

Fig. 73. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A3 (températures). Les croix situent le maximum thermique de l'eau orientale, les tirets les minimum des deux couches septentrionales supérieure et inférieure.*

Quant aux salinités, supérieures à 38.40 à partir de 400/500 m et augmentant en profondeur jusqu'à 38.55 (station 292) vers 1 500 m, elles ne s'accordent pas, comme sur la plupart des coupes étudiées plus haut, avec les températures. On en concluera donc que les eaux qui s'écoulent entre la subsurface et 1 500 m tout en gardant une prédominance du type septentrional sur le versant espagnol et du type oriental sur celui de l'Afrique, s'interpénètrent et par conséquent se mélangent plus ou moins en ce secteur où s'exercent d'importants mouvements de divergence.

Coupes n° A4 et n° A5 (fig. 74 et 75, 76 et 77). Sur ces deux coupes situées non loin l'une de l'autre, de part et d'autre d'Alboran, les fonds n'atteignent guère qu'un millier de mètres au sud, entre l'îlot et le cap des Trois Fourches, et 1 500 m au nord. Cette bathymétrie n'est pas sans

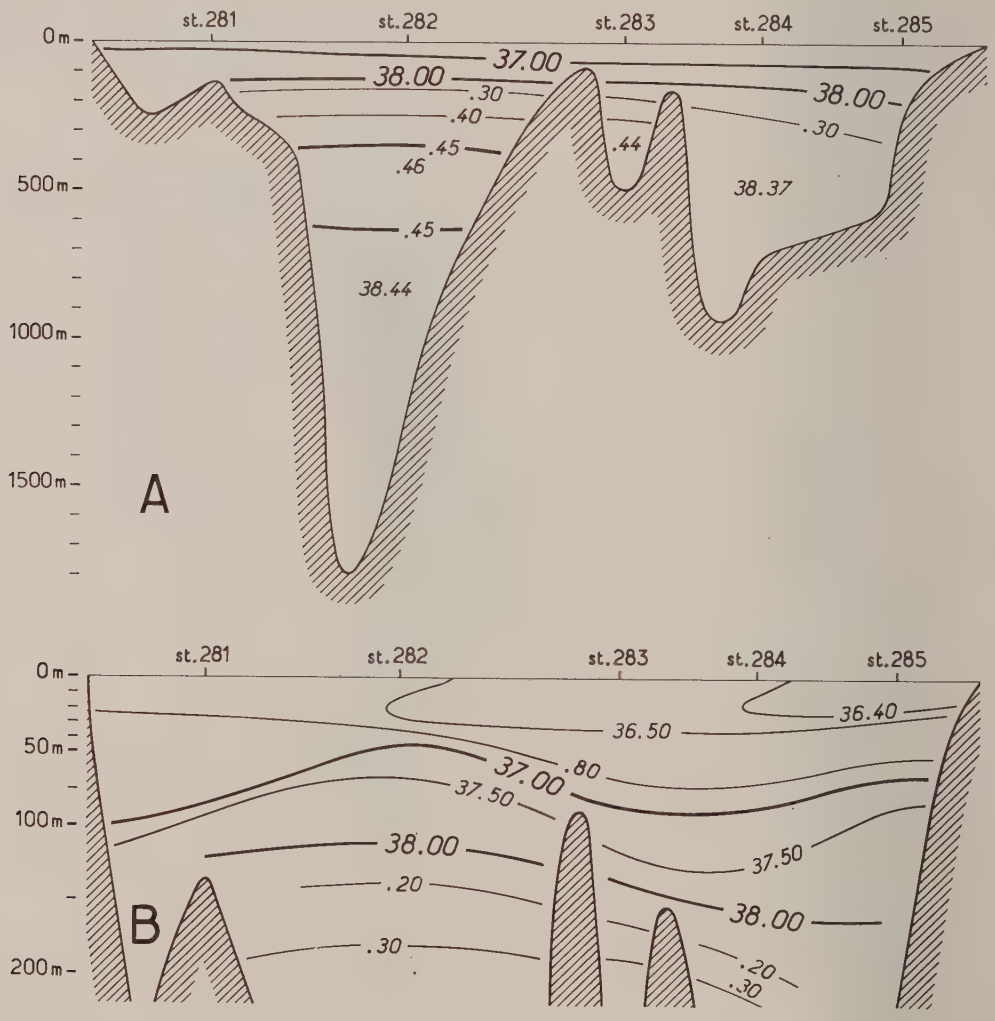

Fig. 74. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A4 (salinités).*

influence sur les eaux qui franchissent ce seuil. Mais d'un point de vue plus général, en dehors de la couche superficielle entièrement constituée par la nappe atlantique, on retrouve sur l'une et l'autre tranche la structure hydrologique déjà observée en Mer catalane, et par là-même l'influence des courants qui en proviennent.

Cette hydrologie se caractérise toujours par deux minimum thermiques, l'un vers 300 m, l'autre vers 700 m, plus ou moins horizontaux en A4 et obliques, parallèles au fond, en A5, entre lesquels s'interpose le maximum qui traverse une couche à 13°.

Une corrélation existe entre ces différences thermiques et la salinité : le maximum précité passe par une couche, à 38.45/38.46 en A4 et 38.42 en A5, d'eau orientale, au-dessus et au-dessous de laquelle sont les eaux septentrionales à 38.30/38.38.

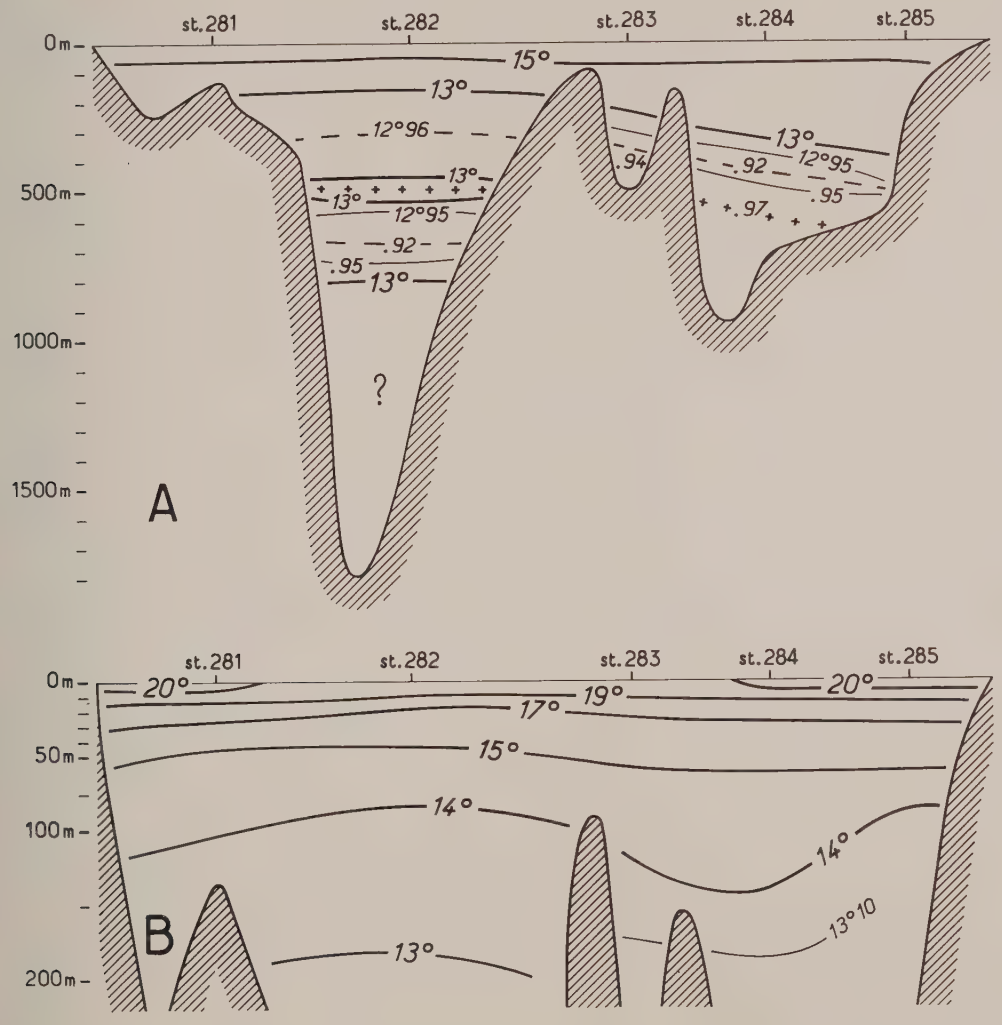

Fig. 75. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A4 (températures). Les croix situent le maximum thermique de l'eau orientale, les tirets les minimum des deux couches septentrionales supérieure et inférieure.*

En A5, c'est-à-dire immédiatement à l'ouest de la crête d'Alboran, chacune de ces trois couches perd un peu de sa salinité sur le versant ibérique, sous l'effet, on peut le supposer, du franchissement du seuil qui en mélange plus ou moins les eaux.

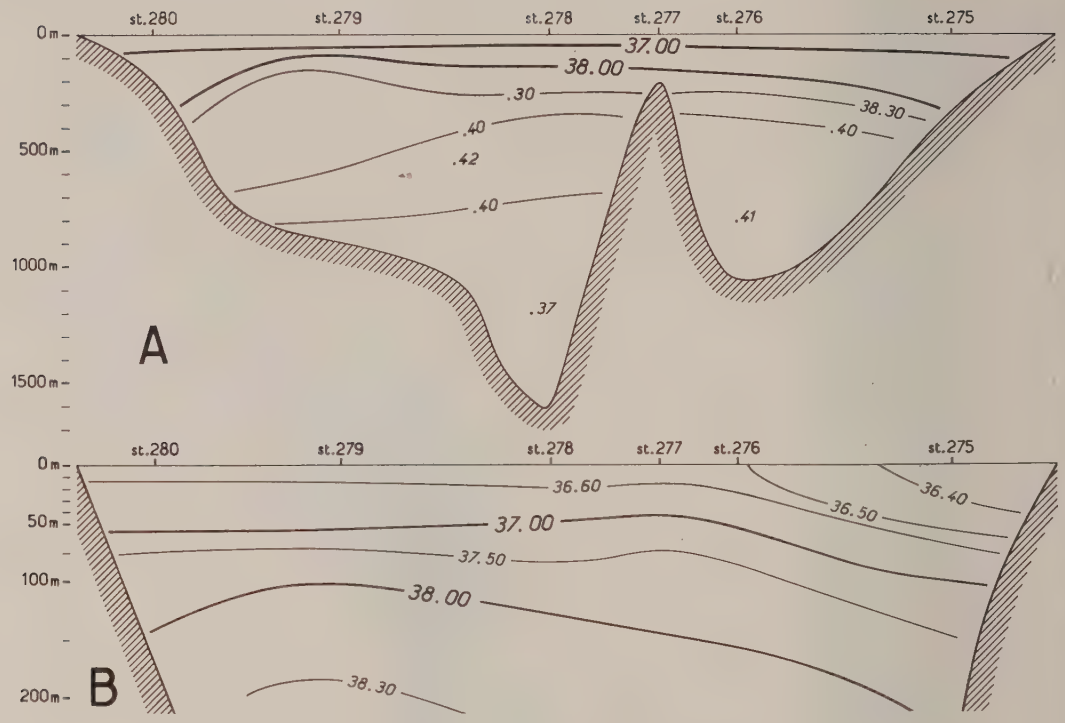

FIG. 76. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n°A5 (salinités).*

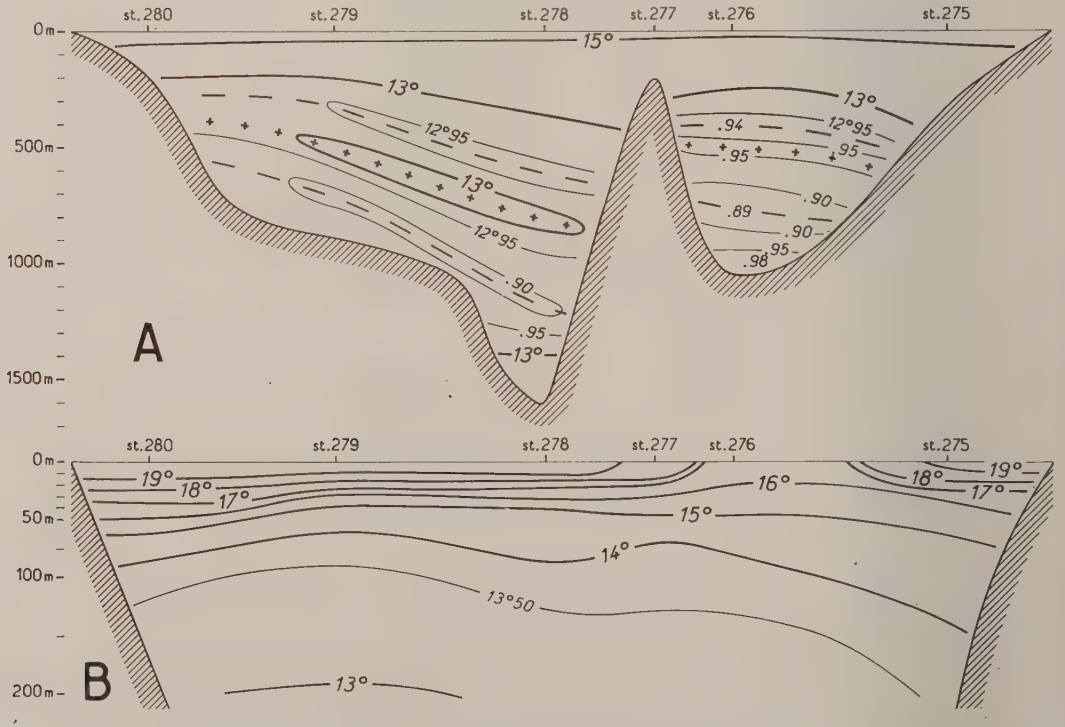

FIG. 77. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A5 (températures). Les croix situent le maximum thermique de l'eau orientale, les tirets les minimum des deux couches septentrionales supérieure et inférieure.*

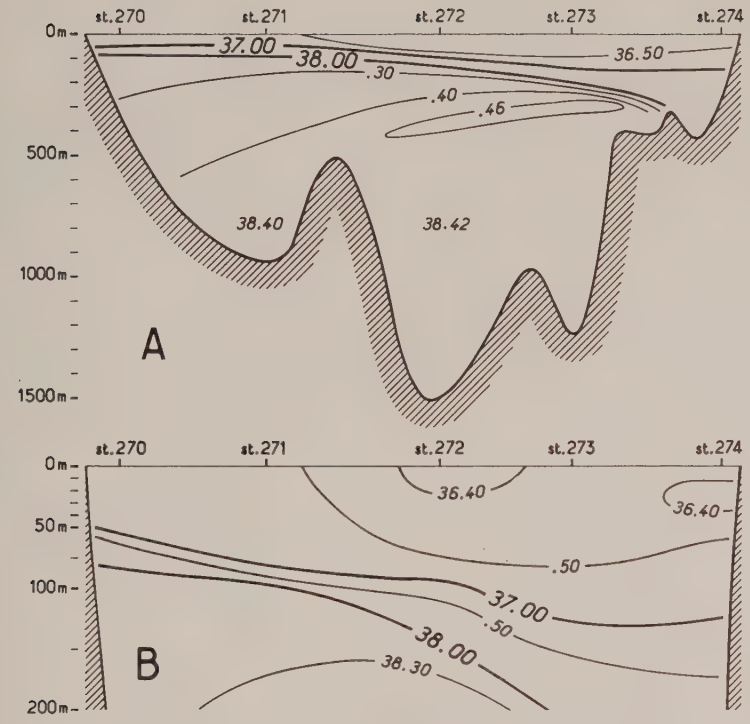

FIG. 78. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A6 (salinités).*

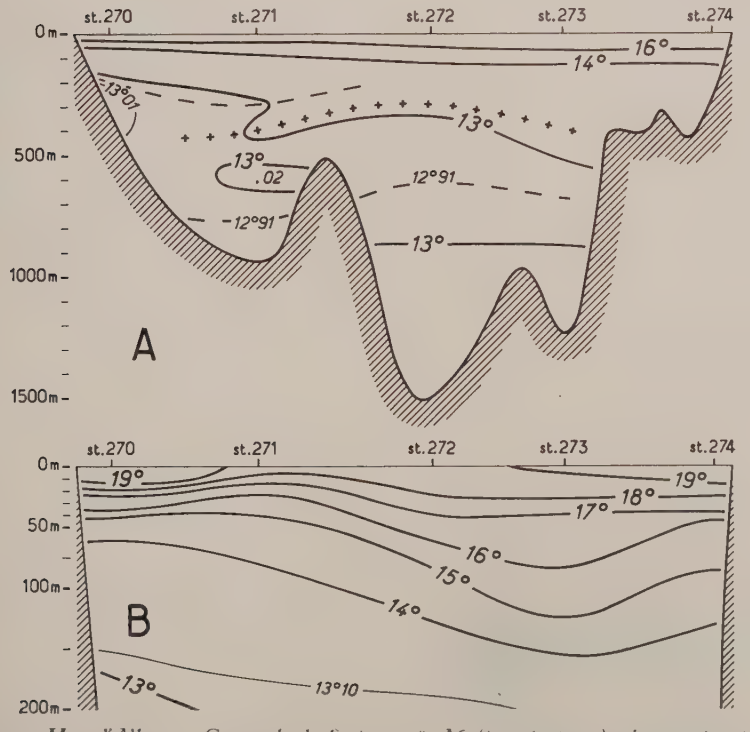

FIG. 79. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A6 (températures). Les croix situent le maximum thermique de l'eau orientale, les tirets les minimum des deux couches septentrionales supérieure et inférieure.*

Coupes n° A6, du cap Maure à Motril *et n° A7,* de la baie de Tétouan à Malaga (fig. 78 et 79, 80 et 81). Ces deux coupes mettent en évidence d'abord la puissance du courant atlantique en surface. En A6, les eaux océaniques, inférieures à 36.50, ont près de 100 m d'épaisseur sur le versant marocain et, bien qu'aux niveaux inférieurs elles se concentrent rapidement, leur effet est ressenti jusqu'au delà de 200 m sous lesquels plonge l'isohaline de 38.00 (fig. 78 B).

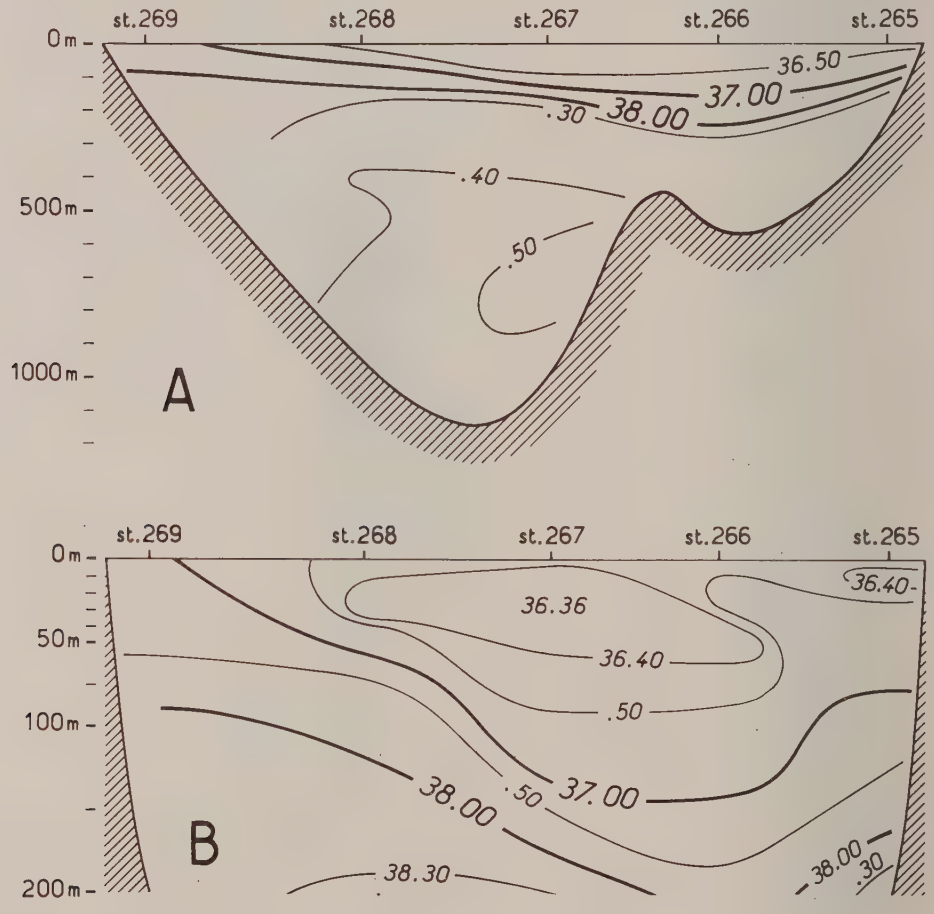

Fig. 80. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A7 (salinités).*

Sur la coupe A7, plus rapprochée du détroit de Gibraltar, le phénomène, cela va de soi, es encore plus caractéristique. L'eau atlantique inférieure à 36.50 atteint 100 m dans la partie cen trale avec un important noyau inférieur à 36.40 qui marque l'axe du courant.

En profondeur, sur les deux sections, le domaine des eaux septentrionales s'étale d'un bord l'autre. Mais par suite du relèvement des fonds et de la proximité de l'étranglement de Gibralta par lequel elles s'écoulent, ces eaux ne présentent plus une couche supérieure et une couche infé rieure nettement individualisées. L'isotherme de 13° qui indique leurs limites débute à 200 m sur l côté espagnol, puis vers le centre décrit une inflexion qui peut être interprétée comme l'ultime mani festation d'une différenciation que leur mélange a désormais pratiquement effacée.

En A6, une étroite couche d'eau orientale à 38.46 s'allonge au sein de ces eaux septentrio-ales vers le versant africain, par profondeur de 300 à 400 m.

Au-dessous de 900 m, la température remontant à 13° et s'associant à une salinité de 38.42, ndique que l'eau de fond dans ce secteur terminal est mélangée elle aussi.

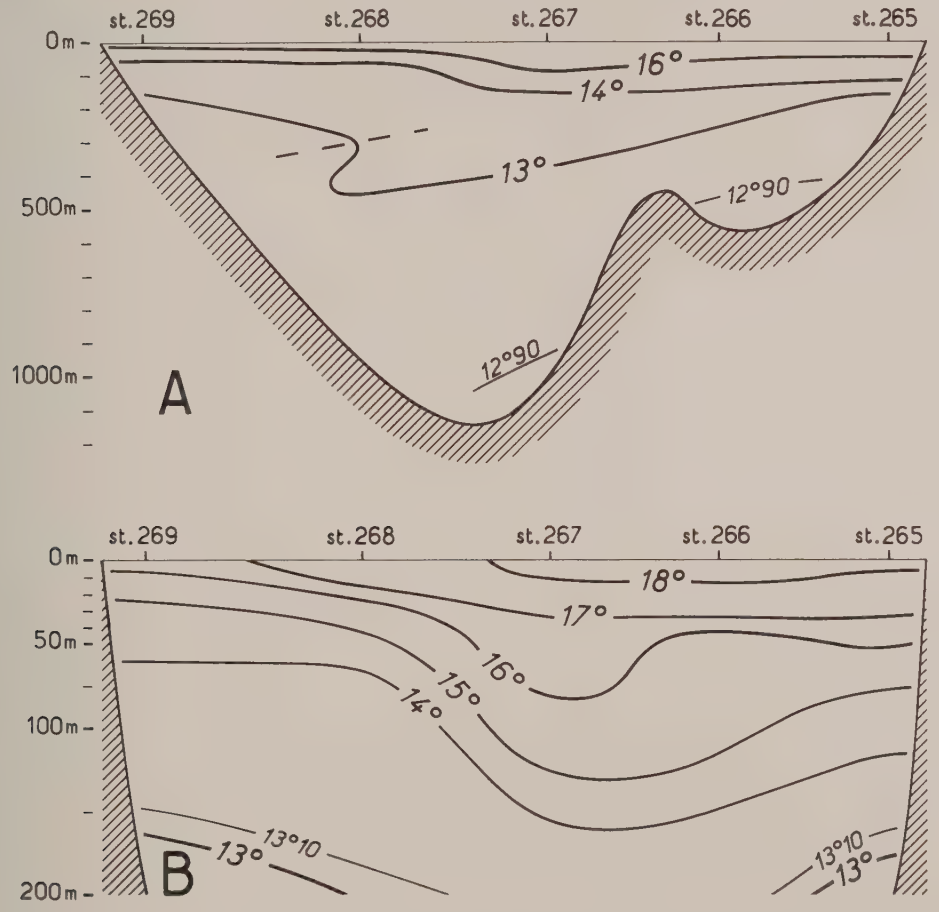

Fig. 81. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A7 (températures).*

Dans la partie profonde de la coupe A7, on ne voit pas augmenter la température près du ond ; en revanche un noyau de salinité supérieure à 38.50 occupe entre 500 et 900 m le bord sud le la fosse, point extrême d'aboutissement des eaux de type oriental.

Il n'est pas inutile de signaler enfin que, dans le détroit, aux stations 263 et 262, à partir de 00 m pour la première et de 400 m pour la seconde, la température inférieure à 13° montre que es eaux septentrionales conservent leur caractéristique thermique jusqu'aux abords du cap Maro-ui. Elles la perdent à leur entrée dans l'océan (station 261) où la température minimum atteint 3°01 et la salinité 38.19 seulement, à la profondeur de 200 m. L'influence conjuguée du flux tlantique et du seuil très relevé en cet endroit accélère donc leur mélange. Elle leur laissera tou-efois une densité suffisante pour plonger rapidement dès que le seuil aura été franchi.

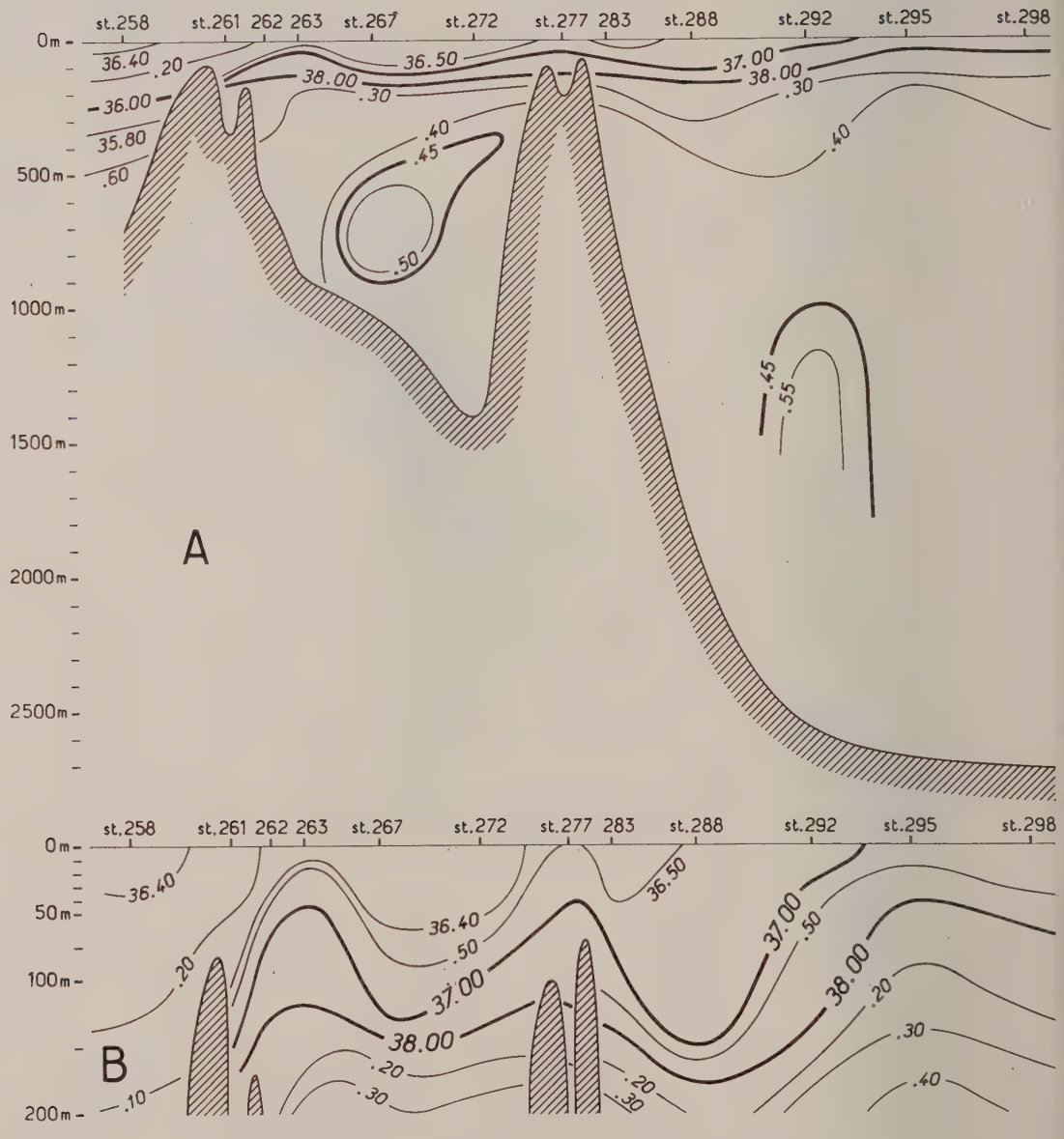

FIG. 82. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A8 (salinités).*

La coupe n° A8 (fig. 82 et 83), qui, dans l'axe de la mer d'Alboran, va de l'océan à la zone d « remontée » sise entre le cap de Palos et Oran, recoupe et résume les tranches successives q viennent de montrer les variations manifestées d'est en ouest par l'hydrologie de cette région occ

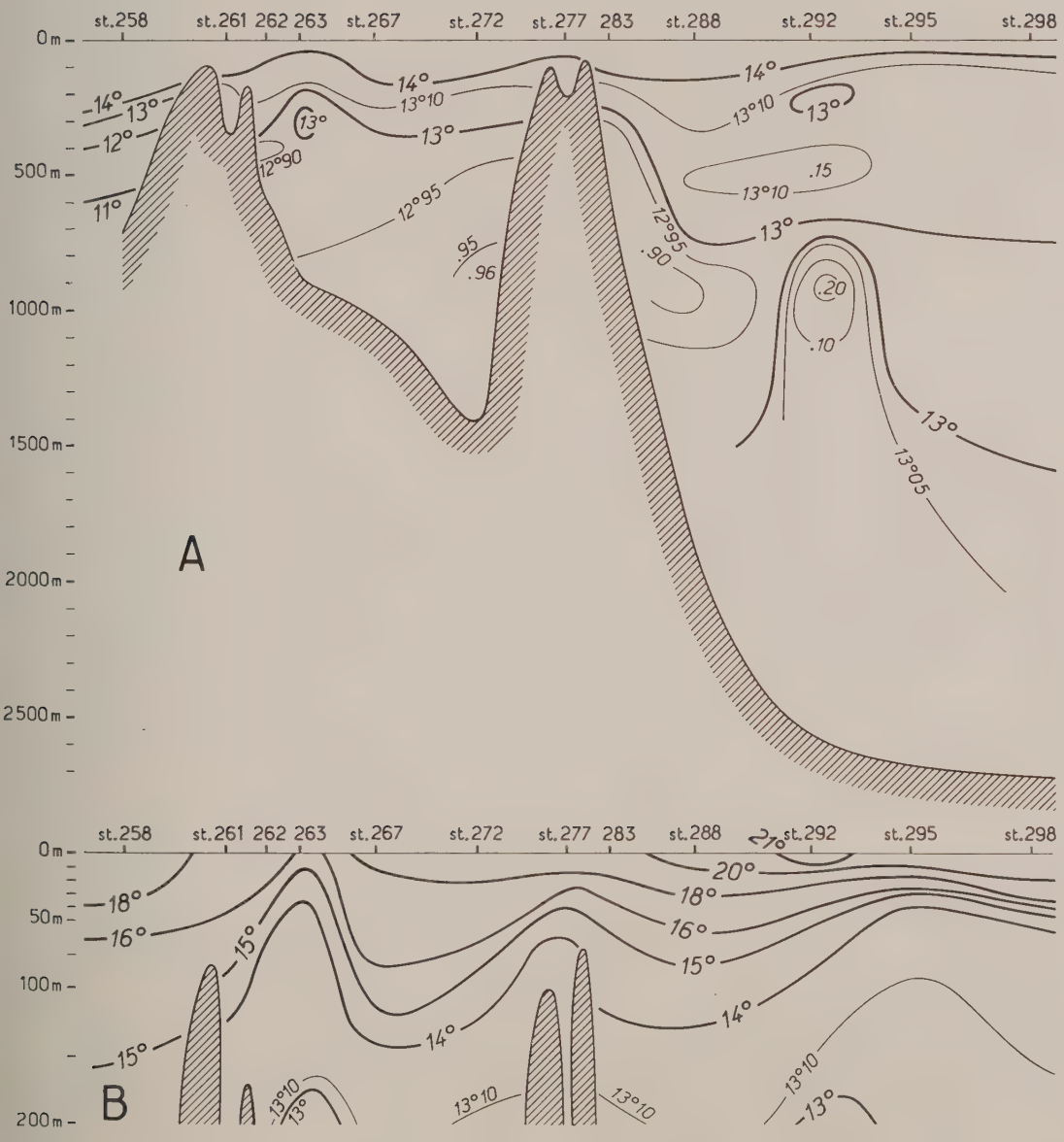

FIG. 83. — *Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A8 (températures).*

entale. On y observera surtout le soulèvement des ondes que provoquent les seuils de Gibraltar d'Alboran et qui est répercuté jusqu'à la surface (fig. 82 B).

RESUME ET CONCLUSIONS DU CHAPITRE III

On retrouve dans la mer d'Alboran et ses abords les mêmes éléments principaux qu'en Me catalane et plus au nord, mais avec certaines modifications de leurs caractères respectifs. Se son aussi modifiés les rapports que ces éléments ont les uns avec les autres.

1° Les eaux atlantiques ont ici un rôle très important. Elles recouvrent, en fait, toute la Me d'Alboran, mais leur courant principal s'incline vers la côte africaine où il s'enfonce jusqu'à 100/200 m de profondeur. La crête d'Alboran influe sur son cours et probablement sur son débit en provoquant une remontée des eaux sous-jacentes. Mais c'est surtout entre le cap de Palos e Oran, où une puissante venue en surface des eaux profondes se développe, que les eaux atlantique modifient leur allure. Elles se divisent et leur branche principale, un temps resserrée sur la côt algérienne, s'élargit en éventail vers l'est et le nord-est jusqu'au bord méridional des Baléares.

2° Les eaux septentrionales, toujours présentes dans la Mer d'Alboran, l'atteignent par deu voies :

a) le canal d'Ivice (on a vu dans le chapitre II, de quelle manière) ;

b) le secteur compris entre les Baléares qu'elles contournent à l'est, et l'Algérie.

Leur formation, qu'il s'agisse de la couche supérieure ou de la couche inférieure, conserv mieux ses caractéristiques sur le versant ibérique, où dans certains cas même, comme au cap d Palos, elles les renforce, que sur le versant africain où elle s'altère fortement, pour la couch supérieure surtout, par mélange avec les eaux sus- et sous-jacentes.

3° Les eaux orientales se comportent en cette région sud-occidentale comme en Mer catalane Leur couche intermédiaire se rencontre d'une manière à peu près continue vers la profondeur d 500 m entre les deux couches septentrionales, mais ses eaux sont parfois très mélangées. Il en e de même de la formation profonde qui par ses caractères thermique et halin est elle aussi d type oriental. Puissante et bien individualisée à l'entrée du bassin alborannais, comme elle l'e aussi à celle de la Mer catalane, elle y perd de même, vers l'ouest, son importance.

CHAPITRE IV

CORSE ORIENTALE

Une série de seize stations a été faite, du 15 au 20 juillet, entre la Corse orientale et le 10e méridien, suivant cinq lignes perpendiculaires à la côte (fig. 84).

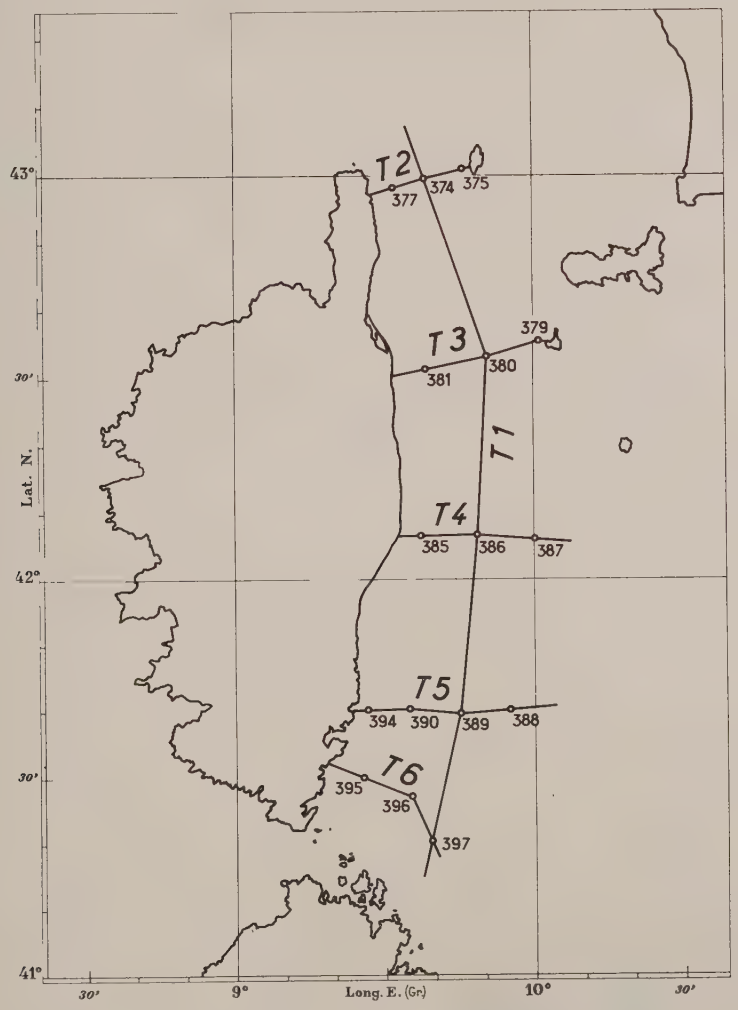

FIG. 84. — *Corse orientale. Carte des stations et des coupes hydrologiques faites au mois de juillet 1957.*

Les données recueillies ont permis de tracer des coupes et des cartes qui renseignent sur l'hydrologie de ce secteur nord-tyrrhénien et, dans une certaine mesure, sur les échanges qui se produisent par le canal de Corse et les bouches de Bonifacio, en cette période de l'année.

Contrairement à l'ordre suivi dans les trois précédents chapitres, on commencera par examiner les coupes hydrologiques plus démonstratives que les cartes, et d'abord la coupe T1, depuis le milieu du canal du cap Corse jusqu'au voisinage de la côte sarde, à peu de chose près suivant l'axe de la cuvette que dessine, en ces lieux, la Mer tyrrhénienne. On aura ainsi une première vue de la distribution des salinités et températures dans cette région que NIELSEN (1912) considère comme une voie par où les eaux orientales de la Tyrrhénienne s'écoulent dans le golfe de Gênes.

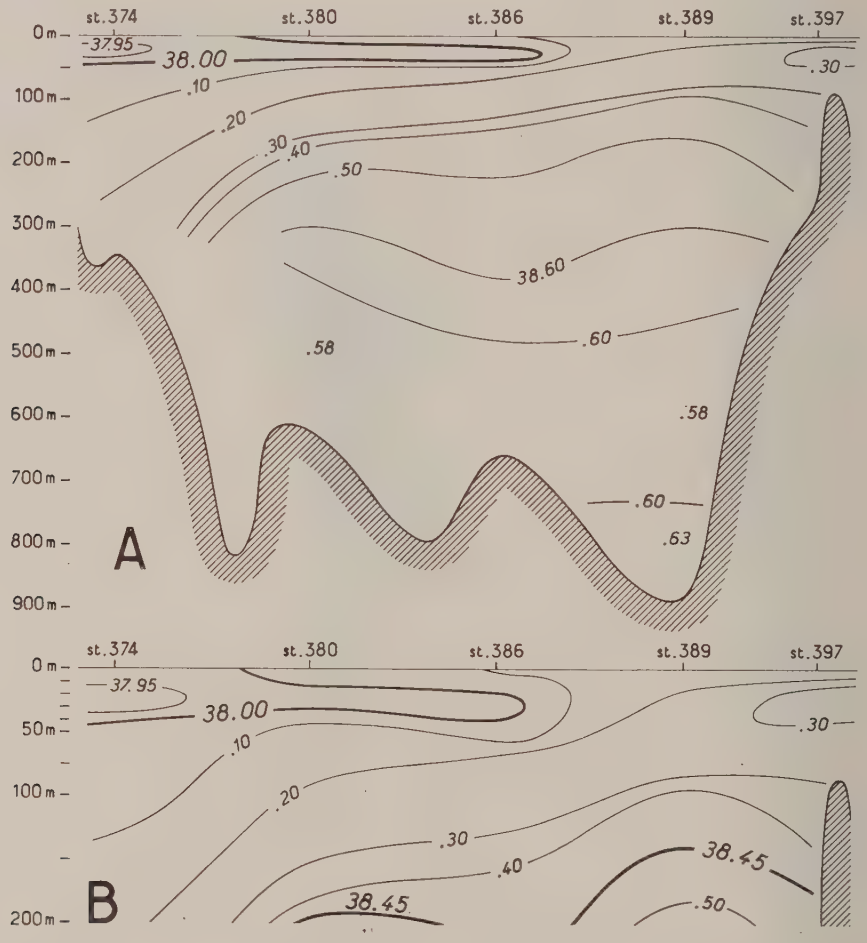

FIG. 85. — *Corse orientale. Coupe hydrologique n° T1 (salinités).*

Coupes n° T1 (fig. 85 et 86). Les isohalines font apparaître de fortes différences du nord au sud et de la surface au fond.

A partir du canal du cap Corse, une eau peu salée (37.95 à 38.10) s'étend vers le sud en une couche superficielle bien individualisée. D'abord épaisse d'une centaine de mètres entre le cap Corse et Capraia (station 374), elle s'amenuise en progressant dans le canal et n'a plus que 50 m à la station 386. En raison de sa teneur en sel peu élevée, cette eau ne peut appartenir qu'à la branche du courant atlantique qui, à l'ouest de la Corse, chemine en direction du golfe ligure [1]. Il est bon d'indiquer ici que d'après l'étude dynamique de TROTTI (1954) cette eau d'origine atlan-

(1) L'appartenance de cette couche superficielle peu salée au système du courant atlantique a été vérifiée par les observations de la campagne d'automne 1958 qui seront publiées ultérieurement.

tique pénètrerait directement dans le golfe de Gênes, s'infléchirait vers la côte toscane et après avoir contourné l'île d'Elbe, ressortirait par le détroit du cap Corse.

Sans vouloir infirmer les résultats de Trotti, il semble bien que dans le cas présent les choses se passent différemment. Les salinités, dégressives de l'extrémité du cap Corse vers le sud et l'est, compte tenu du nombre peut-être insuffisant des stations, montreraient plutôt, qu'en juillet, cette eau s'écoule directement dans le canal en doublant le cap et qu'elle se propage vers le sud jusqu'au-delà du 42e de latitude en perdant progressivement son caractère atlantique.

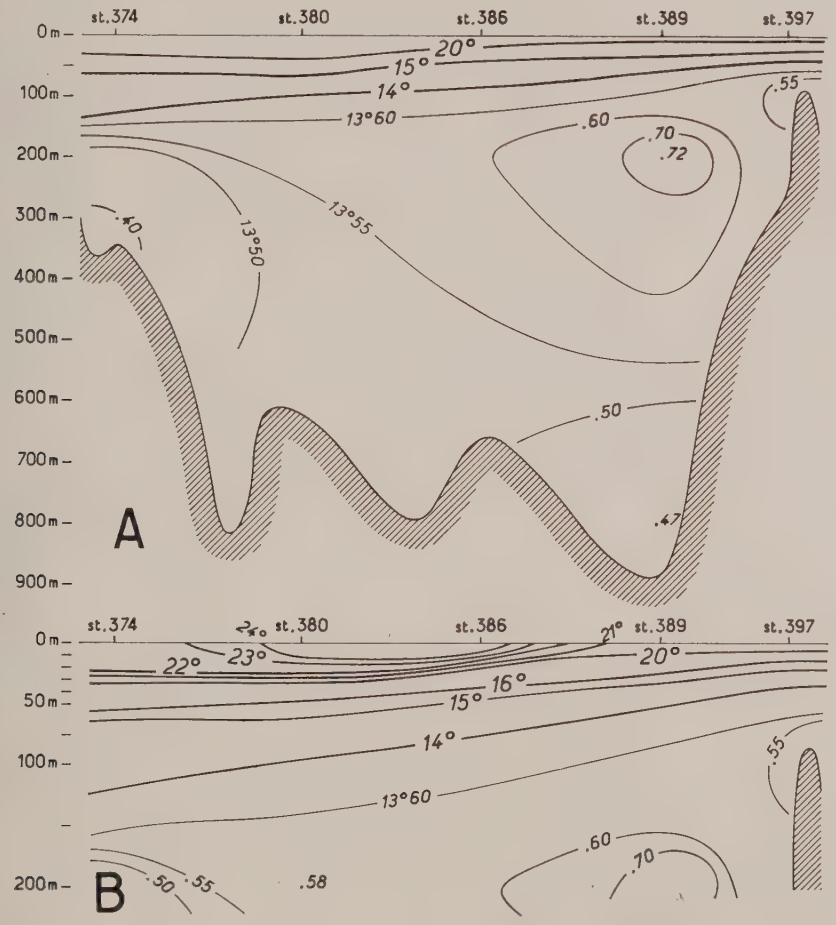

Fig. 86. — *Corse orientale. Coupe hydrologique n° T1 (températures).*

Sur le seuil du détroit cap Corse-Capraia, la salinité, entre 100 et 300 m, est celle d'une eau de mélange à 38.10/38.25 qui, comparée aux eaux plus méridionales, témoigne de l'influence qu'exerce jusqu'au fond cette couche d'origine atlantique.

Plus au sud, la surface conserve le caractère d'une eau de transition (38.20/38.30) jusqu'à une profondeur de près de 200 m. On notera (fig. 85) que dans la partie la plus méridionale du secteur étudié, s'insère, très près de la surface, une venue d'eau nettement plus salée (38.37/38.39).

Au-dessous de la couche de surface, au sud de la coupe, la salinité atteint rapidement 38.45 à 38.50, vers 200 m, puis 38.60 aux niveaux de 300 à 500 m. Ce sont les eaux orientales ou intermédiaires de Nielsen. Leur salinité, au-dessous de cette profondeur, décroît très légèrement (38.58) pour retrouver près du fond un taux de 38.63. Cette masse d'eau très salée provient évidemment

du sud ; elle occupe la presque totalité de la cuvette corso-toscane et va buter sur le seuil du canal corse *sans le franchir,* apparemment.

La répartition des températures (fig. 86) concorde avec celle des salinités. A l'exception des 100 premiers mètres qui donnent des isothermes à peu près parallèles et serrées (24° à 14°), l'ensemble du secteur ne présente plus, du haut en bas, que de très faibles différences thermiques (de 13°60 à 13°47). C'est la masse d'eau circonscrite par les isothermes de 13°60 et 13°55 qui est surtout à considérer. Avec un noyau plus chaud (13°72) vers 200 m, elle s'enfonce jusqu'à 400/500 m dans la partie sud du secteur puis s'amenuise vers le nord jusqu'à disparaître. Corrélativement à la salinité de 38.50 à 38.60, cette température de 13°55 à 13°70 doit être prise comme caractéristique de l'eau orientale de ce secteur tyrrhénien. Cette eau orientale ne mérite qu'à peine ici la dénomination d'eau intermédiaire si justifiée plus à l'ouest, car, en fait, elle remplit, à l'exception du canal du cap, toute la cuvette, l'eau du fond avec sa température de 13°47/13°50 et sa salinité de 38.58/38.63 ne se différenciant pratiquement pas d'elle.

Une série de cinq coupes transversales du nord au sud complètera ces données et vérifiera la pénétration des eaux superficielles du canal du cap jusqu'à mi-hauteur de la grande Ile, ainsi que la progression en profondeur des eaux orientales vers le nord.

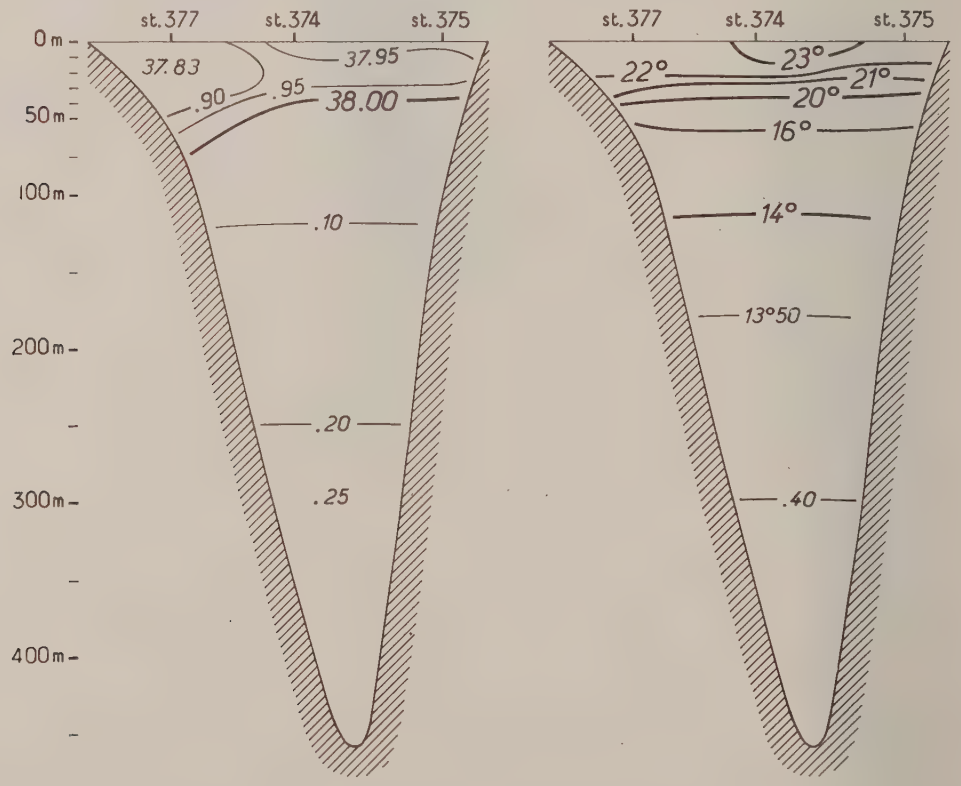

Fig. 87 et 88. — *Corse orientale. Coupe hydrologique n° T2 (salinités et températures).*

Coupe n° T2, entre le cap Corse et Capraia (fig. 87 et 88). Dans ce détroit, dont la profondeur n'atteint pas 500 m, la surface, jusqu'à une cinquantaine de mètres, est envahie par des eaux inférieures à 37.95 et même à 37.90 (37.83) près du cap Corse. Cette faible salure renseigne sur leur origine. Elles ne peuvent guère provenir que d'une branche du courant atlantique qui, des Baléares

au nord de la Corse, traverse, en direction nord-est, le bassin occidental. Dans ce secteur, ces eaux déjà fortement mélangées, après avoir doublé le cap Corse s'étendent jusqu'à l'île de Capraia et influencent sans aucun doute la subsurface où les salinités sont basses pour un secteur méditerranéen aussi oriental (38.25 à 300 m). Mélangées aux eaux bordières, elles constituent une couche de transition de température basse elle aussi (13°40 à 300 m) et de un à deux dixièmes de degré inférieure à celle des eaux plus méridionales des niveaux profonds, auxquelles elles ferment le détroit.

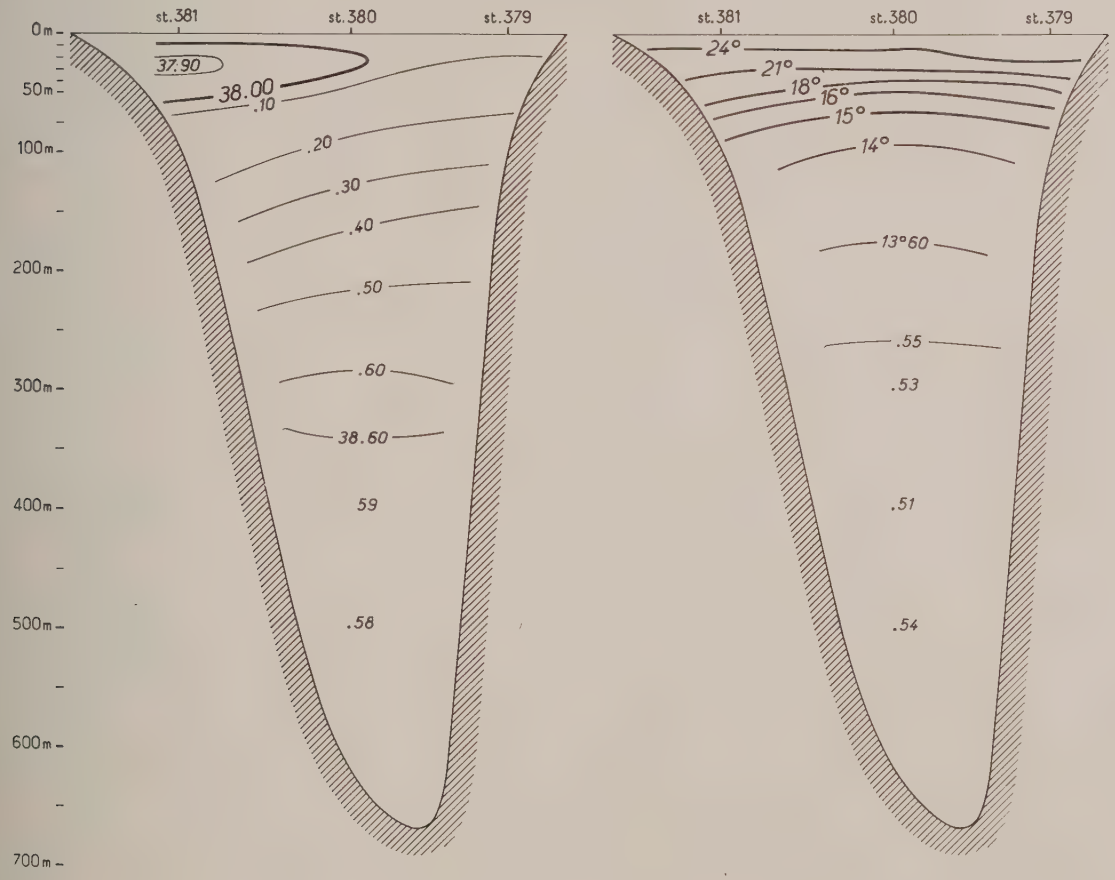

Fig. 89 et 90. — *Corse orientale. Coupe hydrologique n° T3 (salinités et températures).*

Coupe n° T3, entre la pointe d'Arco et l'île Pianosa (fig. 89 et 90). Dans leur progression vers le sud, les eaux diluées, d'influence atlantique, s'écoulent le long de la Corse. Elles ont peine à atteindre Pianosa mais conservent une salinité inférieure à 38.00 jusqu'au milieu du canal (station 380). Elles n'affectent guère la profondeur où une salinité de transition (38.20) se rencontre vers 100 m.

Puis la salinité augmente dans de fortes proportions, 38.50 vers 220 m, niveau auquel apparaît la couche orientale qui présente son maximum de salinité (36.60) entre 300 et 350 m. Cette eau orientale qui ne va guère plus loin vers le nord, joue un rôle prépondérant aux profondeurs plus grandes où s'observent jusqu'à 500 m, pour le moins, une salinité et une température élevées (38.58 et 13°54).

Coupe n° T4, de la Tour de Diane au 10e longitude E (fig. 91 et 92). A cette latitude, la veine d'eau superficielle d'influence atlantique conserve encore sa relative dilution (37.99) mais elle s'est écartée de la Corse et occupe le milieu du canal.

Au-dessous d'elle, c'est-à-dire à partir de 60 m environ, après des eaux de transition (38.10 à 38.40), les eaux à 38.50 se situent par 250 m Mais la salinité la plus forte (38.60) avec une température de 13°56, montre que les eaux orientales les plus typiques se trouvent vers 400 m, soit

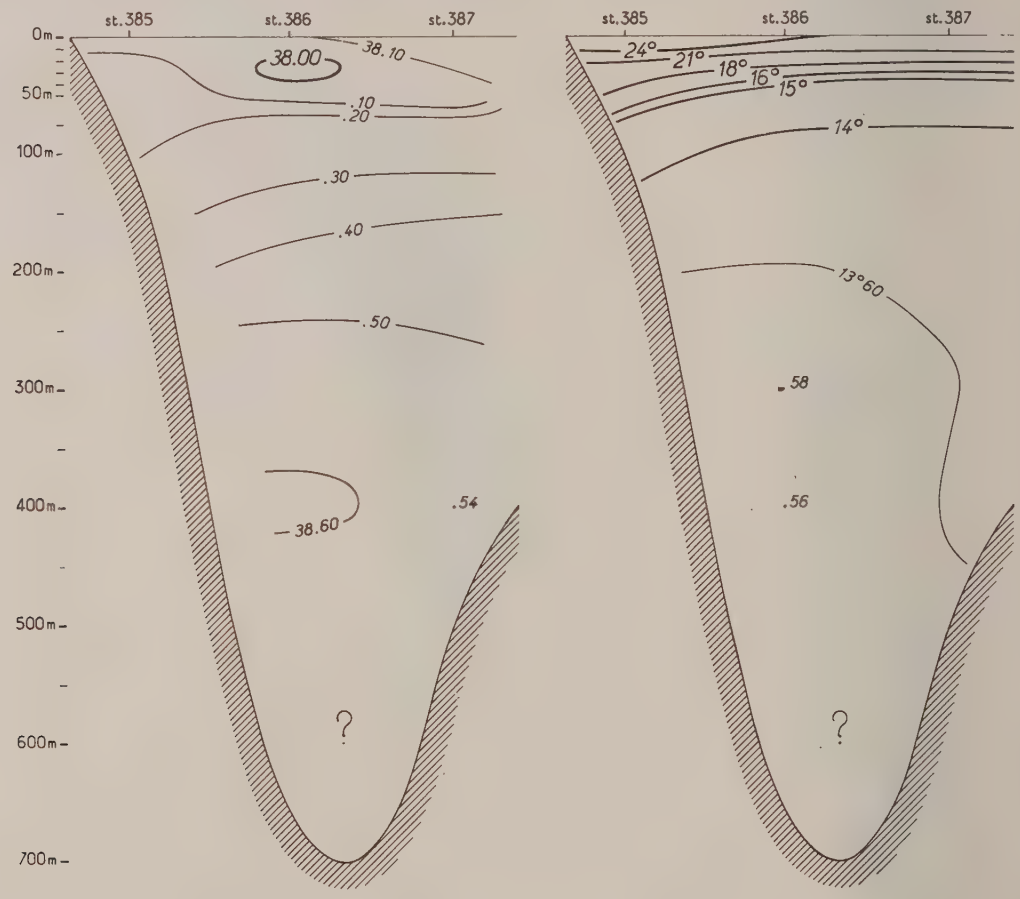

Fig. 91 et 92. — *Corse orientale. Coupe hydrologique n° T4 (salinités et températures).*

100 m plus bas que sur la précédente coupe. Ces eaux s'élèvent donc entre ces deux sections, peut-être sous l'effet du relèvement des fonds du canal et par suite de la présence du bouchon d'eau de transition qui en occupe l'entrée.

Coupe n° T5, du golfe de Pinarello à la station n° 388 vers l'E (fig. 93 et 94). Dans ce secteur plus franchement tyrrhénien que les précédents, mais où les observations ont dû être limitées au versant corse, l'hydrologie a un aspect différent, aussi bien en surface qu'en profondeur.

a) Un double lobe de faible salinité (38.02 à 38.05) calé sur le socle de l'île entre 10 et 75 m retient l'attention, bien qu'il soit peu étendu. Il ne se raccorde pas à celui issu du canal du cap, qui s'est progressivement écarté de la côte et plus ou moins effacé. Il semble devoir être attribué à une venue d'eau superficielle du bassin occidental par l'étroite bouche de Bonifacio, voisine, en face de laquelle se retrouvera une salinité identique.

b) A l'extrémité opposée de la coupe, par 50/75 m, un lobe de salinité assez forte (jusqu'à 38.37) pénètre dans la couche superficielle moins salée des eaux de transition et se manifeste jus-

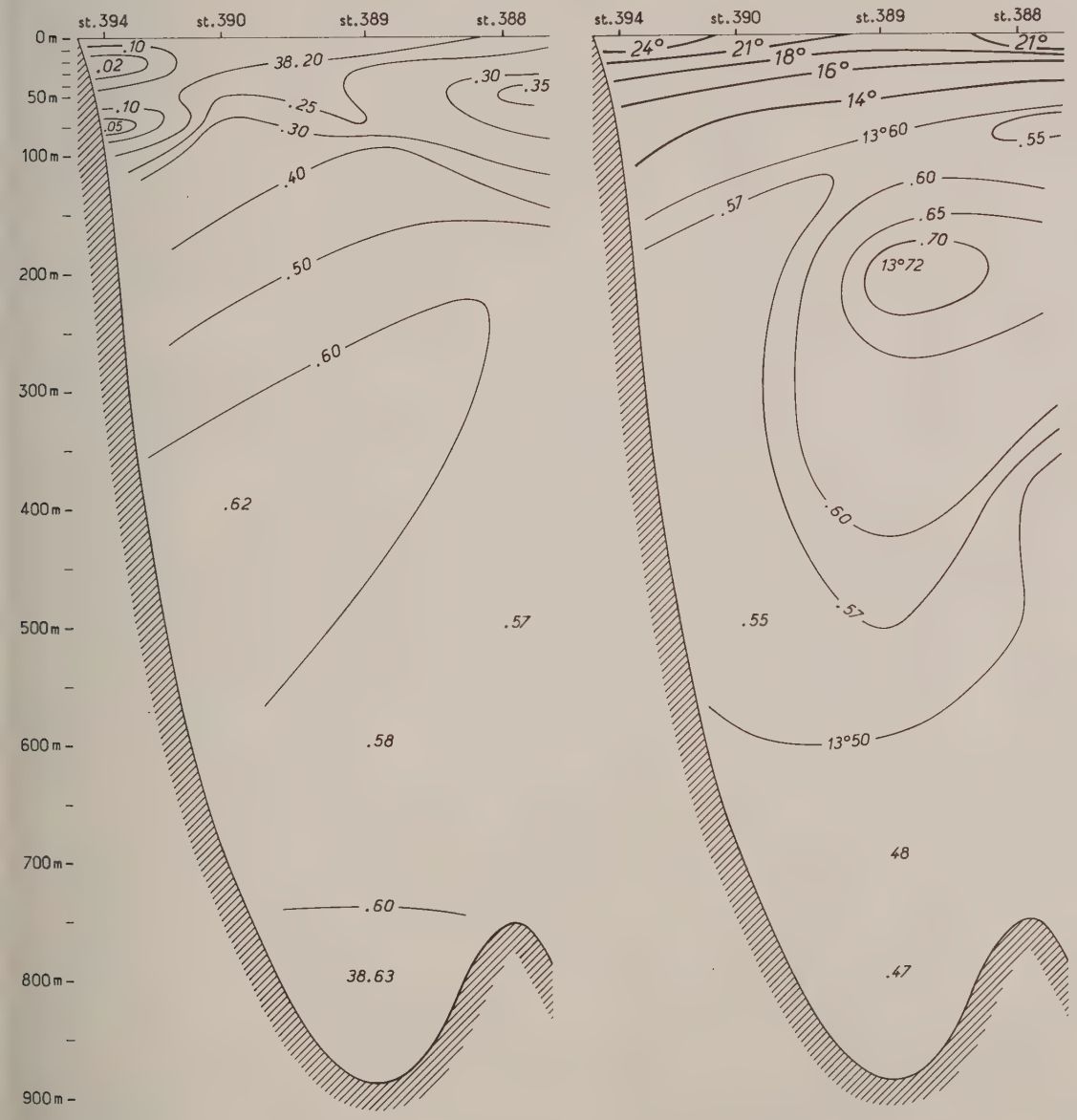

FIG. 93 et 94. — *Corse orientale. Coupe hydrologique n° T5 (salinités et températures).*

qu'au voisinage de la côte. Venant de l'est ou du sud-est, il doit répondre à l'influence des eaux orientales qui semblent se relever aux abords de la pente continentale italienne.

A partir de 100 à 200 m, cette coupe qui passe par les profondeurs les plus grandes de la cuvette nord-tyrrhénienne (près de 900 m) montre la part considérable qui est celle des eaux

orientales en ces lieux. Les données conjuguées de la salinité et de la température les font apparaître du haut en bas de la coupe, avec une masse centrale à mi-profondeur, dans laquelle se situent les maximum thermique (13°72) et halin (38.62) - le premier à un niveau plus élevé (200 m) que le second (400/500 m) - qui définissent le mieux le type de ces eaux.

Station 389		
profondeur (m)	*salinité*	*température*
600	38.58	13°50
700	38.59	13°48
800	38.63	13°47

Au-dessous, les eaux du fond ne peuvent guère être séparées de ces eaux orientales par les valeurs thermohalines assez peu différentes qui se signalent entre 500 et 800 m. Mais les variations inverses de ces valeurs sont à souligner.

La salinité croît de manière régulière et continue tandis que la température diminue dans un ordre comparable.

Coupe n° T6, des îles Cerbicales à la station 397, au SE (fig. 95 et 96). Cette coupe, qui se place à quelques milles seulement au nord de l'entrée de Bonifacio, passe par des fonds n'excédant que de peu 300 m.

Près de la surface on y retrouve les mêmes eaux que sur la coupe T5. Un lobe peu salé (38.02 à 20/30 m) confirme le passage, par le détroit voisin, d'eau du bassin occidental. Et, en vis-à-vis, un lobe salé (38.37/38.39) provenant de l'est ou du sud-est et s'enfonçant en coin par 20/30 m dans les eaux superficielles plus diluées pose la question de l'influence des eaux orientales au large de l'aire explorée.

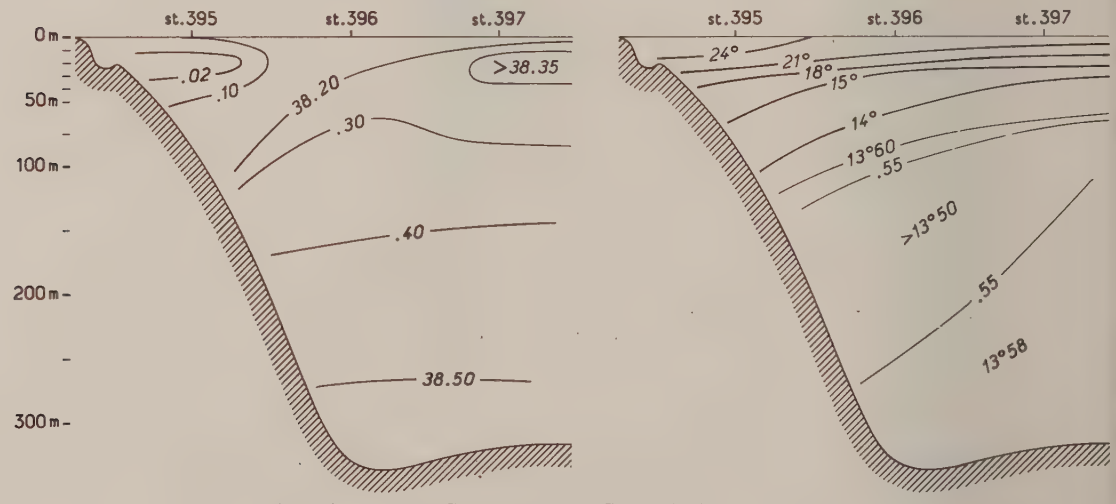

Fig. 95 et 96. — *Corse orientale. Coupe hydrologique n° T6 (salinités et températures).*

Au-dessous de 100 m, la salinité augmente assez vite pour atteindre 38.51 à 300 m à proximité de la masse des eaux orientales. Mais un léger minimum thermique qui met en évidence, entre 100 et 250 m contre le seuil, une masse d'eau d'un certain volume à 13°52/13°54, un peu plus froide que celle du fond (13°58) et de la subsurface, pourrait être interprété comme résultant d'un apport antérieur (hiver-printemps) d'eau du bassin occidental par le détroit corso-sarde.

Il n'est pas inutile de transposer sur le plan horizontal les données obtenues à l'est de la Corse pour avoir une image géographique de l'hydrologie locale en cette saison.

5 mètres (fig. 97 et 98). La salinité progressive du nord au sud et l'allure des isohalines obliques par rapport à la côte et de direction nord-est montrent dans quelle mesure s'estompe l'effe

es eaux diluées qui passent par le canal de Corse et les bouches de Bonifacio. Cet effet, auquel 'ajoute celui des eaux fluviales de l'île, à vrai dire peu important, est beaucoup plus sensible le long le la côte qu'à l'est où se développent des eaux de transition.

La carte des températures, avec les valeurs et l'allure différentes de ses isothermes, fait apparaître leux systèmes : l'un au nord avec une thermométrie élevée (23° à 24°5) due à l'échauffement plus ort des eaux les moins salées ; l'autre au sud qui, avec 21° à 24° et des lignes plus ou moins parallèles la côte, rend déjà visible l'influence des eaux orientales sous-jacentes plus salées et relativement roides.

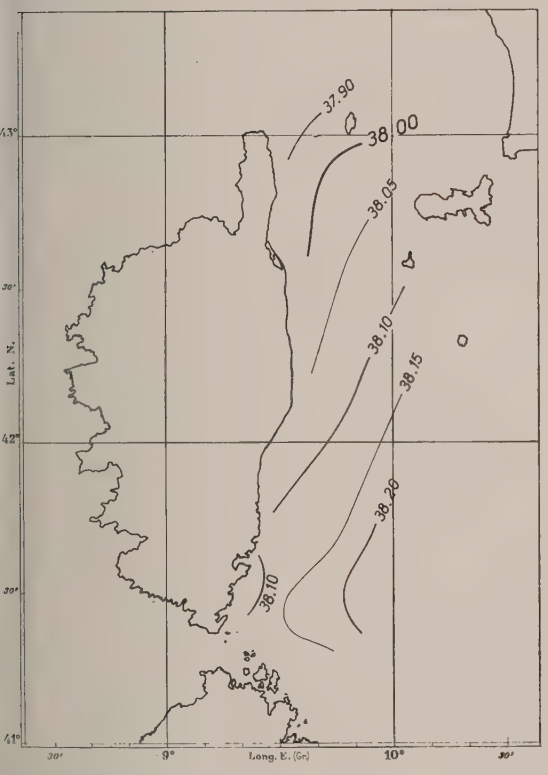

Fig. 97. — *Corse orientale. Isohalines à 5 m .*

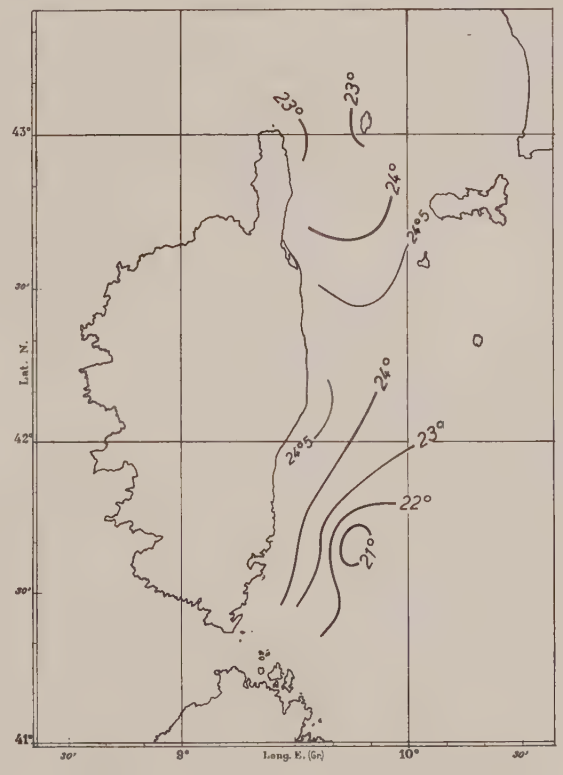

Fig. 98. — *Corse orientale. Isothermes à 5 m .*

50 mètres (fig. 99 et 100). Les deux systèmes précités se séparent également bien sur la carte les salinités à ce niveau. L'eau peu salée longe la côte de Corse puis s'infléchit au sud-est, à la hauteur du 42e, tandis que les eaux proprement tyrrhéniennes occupent la moitié sud du secteur. Les températures dégressives du nord-ouest au sud-est confirment ce double aspect de l'hydrologie subsuperficielle.

100 mètres (fig. 101 et 102). Situation comparable à cette profondeur. Du cap Corse au 42e s'inscrit l'augmentation progressive de la salinité qui, néanmoins, reste celle d'une eau de transition. Au sud du 42e, les isohalines, concentriques autour d'un noyau à 38.44, annoncent l'eau orientale, toute proche. Les températures, dégressives du nord au sud, comme aux niveaux supérieurs, amènent aux mêmes conclusions.

200 mètres et 400 mètres (fig. 103 et 104, 105 et 106). Par 200 m, avec des salinités supérieures à 38.55 au sud, à 38.45 près de Pianosa, et des températures concordantes, on atteint le toit de la couche orientale sauf dans le détroit du cap Corse où une salinité de 38.20 et une température de 13°47 confirment que cette couche ne pénètre pas. Par 400 m, enfin, l'eau orientale règne partout.

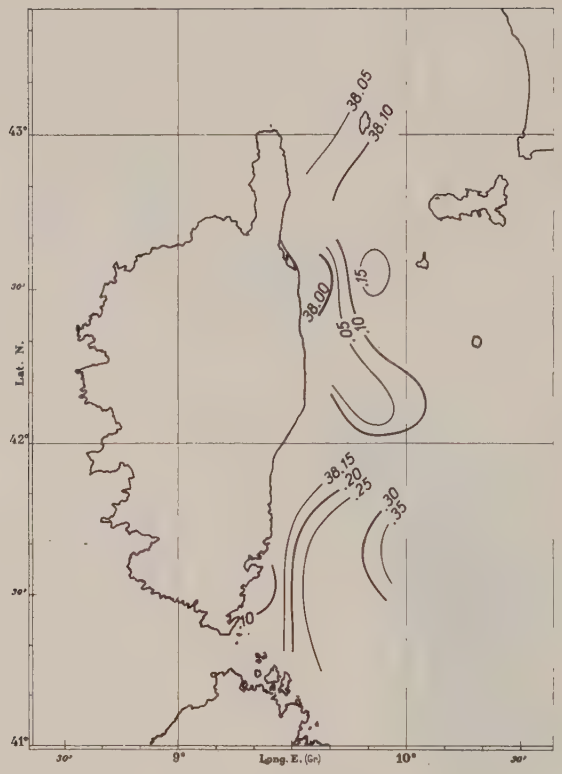

FIG. 99. — *Corse orientale. Isohalines à 50 m .*

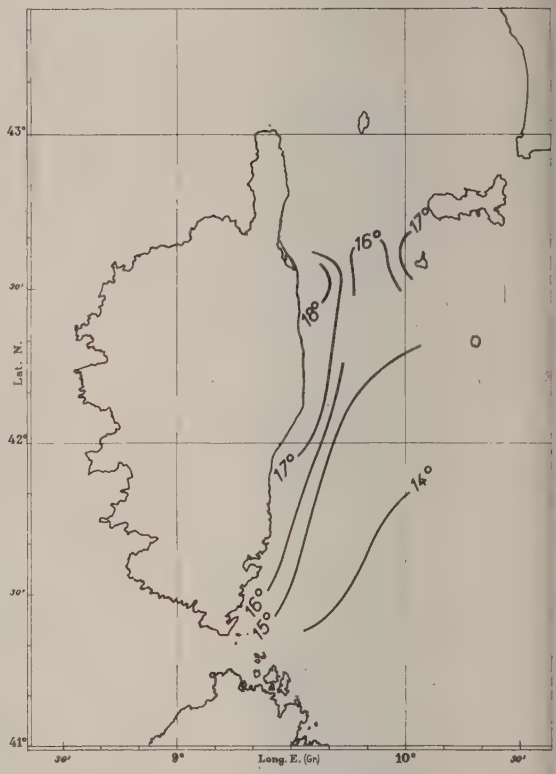

FIG. 100. — *Corse orientale. Isothermes à 50 m .*

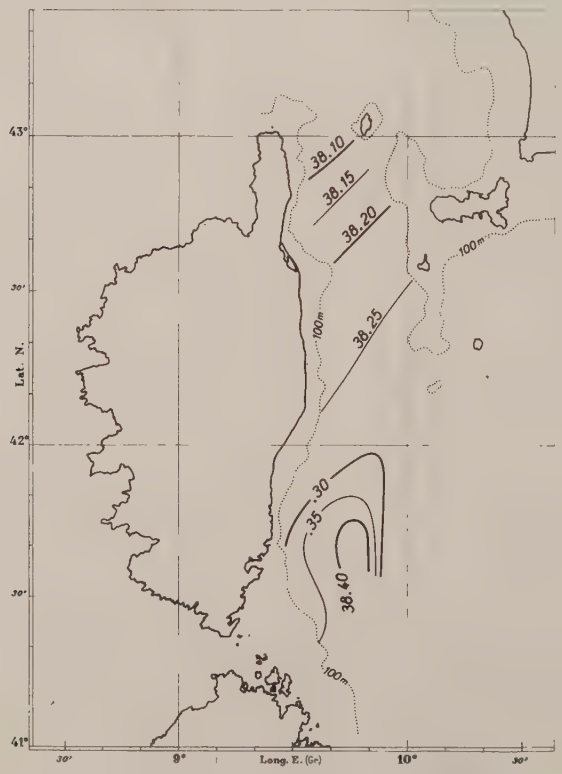

FIG. 101. — *Corse orientale. Isohalines à 100 m .*

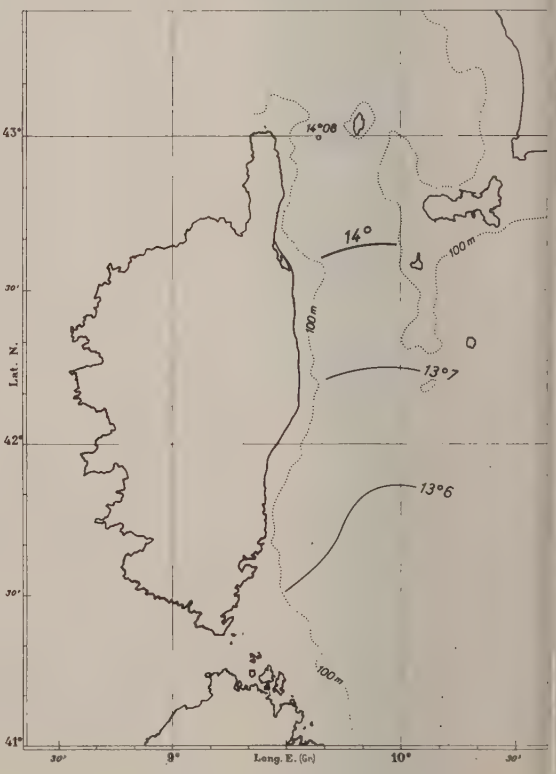

FIG. 102. — *Corse orientale. Isothermes à 100 m .*

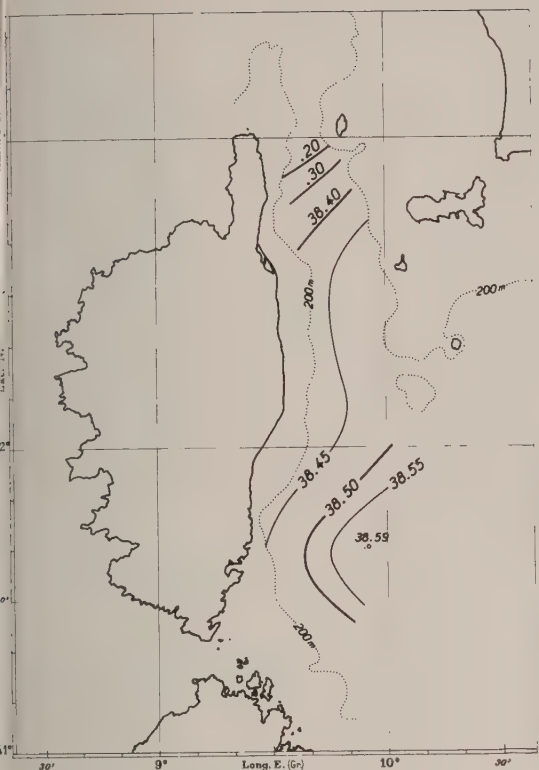

FIG. 103. — *Corse orientale. Isohalines à 200 m .*

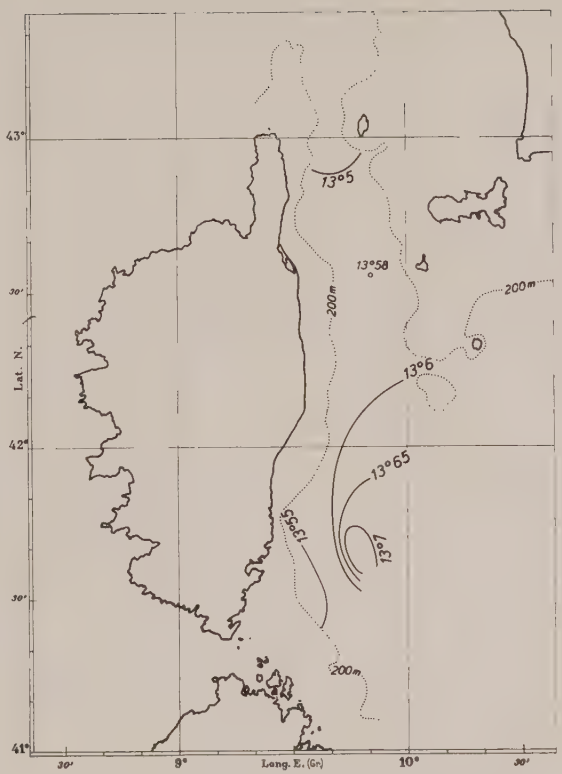

FIG. 104. — *Corse orientale. Isothermes à 200 m .*

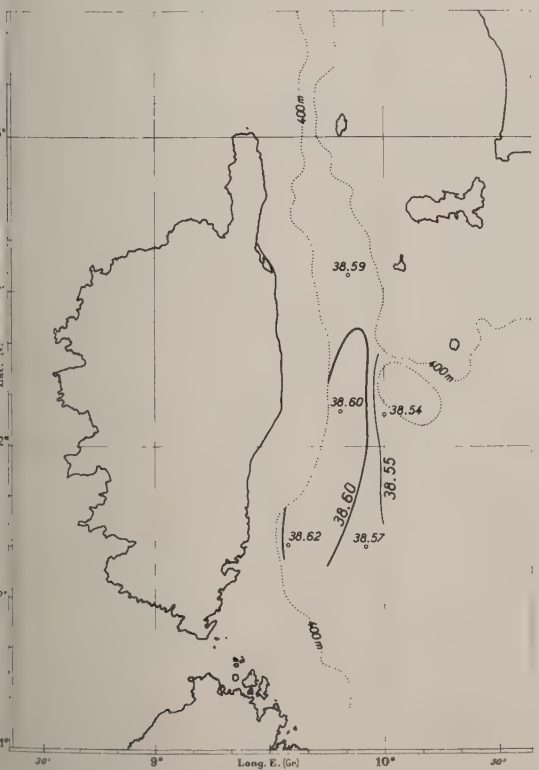

FIG. 105. — *Corse orientale. Isohalines à 400 m .*

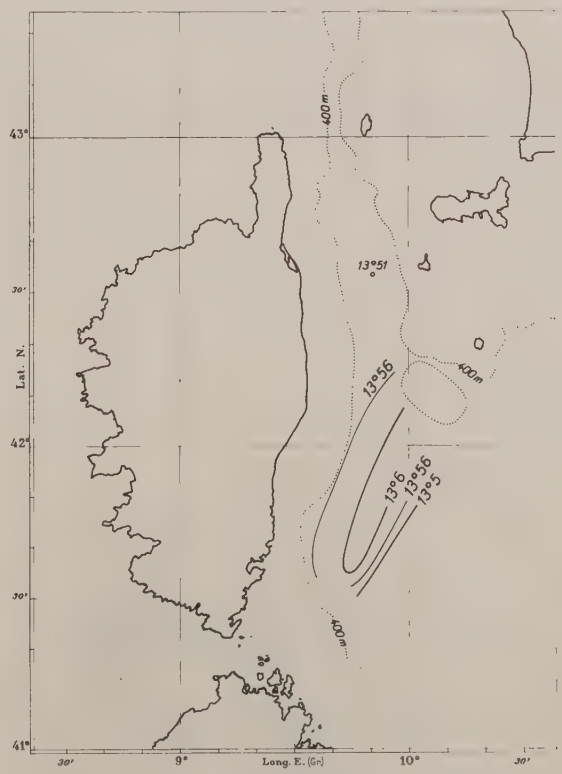

FIG. 106. — *Corse orientale. Isothermes à 400 m .*

RESUME ET CONCLUSION DU CHAPITRE IV

Le nord de la Mer tyrrhénienne reçoit du sud des eaux orientales (salinités supérieures à 38.5 - jusqu'à 38.62 - et température de 13°55 à 13°70) qui, en fait, à partir de 200 à 300 m, emplissen la presque totalité du bassin que constitue cette région. Mais ces eaux orientales ne franchissent pa vers le nord le canal du cap Corse et, en conséquence, ne s'écoulent pas dans le golfe de Gênes.

En revanche, une couche d'eau superficielle d'influence atlantique (inférieure à 38.00) contou nant le cap Corse pénètre par ce canal jusqu'au 42e parallèle environ. De même, une venue superf cielle d'eau également peu salée entre, par les bouches de Bonifacio, dans la Mer tyrrhénienne, ma proportionnée aux dimensions réduites de ce détroit, elle n'en influence guère que les abords.

De tels résultats sont différents de ceux obtenus par NIELSEN d'après une coupe faite dans l'ax de la Tyrrhénienne et le golfe de Gênes au début du mois de juillet 1910.

Comme on ne saurait mettre en doute les données de l'auteur danois, ces résultats montrent qu l'hydrologie de ce secteur considérée par lui comme très stable, peut subir, en dehors d'une certain permanence de ses traits généraux, des variations sensibles.

1° Tout d'abord, en juillet 1957, la masse des eaux orientales est plus forte. Elle occupe prat quement toute la cuvette tyrrhénienne, du moins dans la partie étudiée, et la couche où s'exprim la valeur maximum de la salinité (supérieure à 38.60) s'étend davantage au-dessus et au-dessous d niveau des 400 m.

2° En concordance avec ce qui précède, cette masse d'eau orientale, en dépit d'une très légèr dilution (38.58) entre 500 et 600 m, retrouve plus bas son caractère originel (38.63) et ne laisse pa de place près du fond, jusqu'à mi-hauteur de la Corse, à des eaux moins salées.

3° Enfin, dans la partie la plus septentrionale de la Mer tyrrhénienne (de Bastia au cap Corse il n'y a pas, en juillet 1957, écoulement visible des eaux orientales dans le golfe de Gênes. Une ea peu salée (moins de 38.00 en surface, 38.25 près du fond) ferme le détroit que débordaient les eau à 38.50 en juillet 1910. Cette eau de faible salinité, provenant d'une branche du courant atlantiqu influence fortement, on vient de le voir, l'hydrologie de la surface jusqu'au 42e parallèle.

De plus, d'après les salinités de cette eau atlantique, progressives du cap vers le sud-sud-est, o peut penser, en bonne logique, que sa pénétration dans le canal corse se fait, en cette saison, direc tement du nord au sud, plutôt que suivant le circuit que les considérations dynamiques de TROT (1954) lui font décrire dans le sens des aiguilles d'une montre autour de l'île d'Elbe.

RESUME ET CONCLUSION GENERALE

On vient de voir qu'en dépit de variations locales d'une certaine amplitude, il existe, du Golfe
t Lion à Gibraltar, une réelle unité hydrologique, avec les mêmes formations principales qu'on peut
ivre facilement, grâce aux facteurs thermohalins, jusque dans les mélanges plus ou moins complets
ui se produisent entre ces éléments de nature et d'origine différentes.

Cette hydrologie est en somme assez simple.

- Les formations intervenant pour constituer ce qu'on appelle les eaux superficielles, entre la sur-
ce et la profondeur approximative de 200 m, appartiennent à deux catégories.

A) Les unes sont de faible salinité et par là très légères et mobiles, ce qui leur permet de se
pandre loin de leurs sources et de conserver sur un long parcours une relative pureté. Ce sont,
ns l'ordre d'importance : *l'eau atlantique* et avec un développement beaucoup plus réduit mais non
égligeable, l'eau continentale d'origine fluviale, autrement dit *l'eau du Rhône*.

B) Les autres sont des *eaux méditerranéennes* proprement dites, à forte salinité, à température
us basse (en cette saison), remontant parfois des zones profondes vers la surface en des secteurs de
vergence tels que le bord sud-est du Golfe du Lion, l'espace compris entre Carthagène et Oran et
eut-être le centre de la Mer catalane.

- En profondeur, c'est-à-dire entre le niveau des 200 m et le fond, même dans les zones de « remon-
e » où des brassages importants s'opèrent, deux types hydrologiques nets peuvent être définis.

A) *L'eau orientale,* à température et salinité élevées (respectivement supérieures à 13° et à
8.45).

B) *Les eaux septentrionales* moins salées et de température inférieure à 13°.

Quant à l'eau du fond, le plus souvent considérée comme une formation ayant ses caractéris-
ques propres, elle n'est guère, dans la presque totalité des cas observés sur le parcours de notre
avire, que le résultat de mélanges d'eau orientale et d'eau septentrionale avec prédominance, sui-
ant le lieu, de l'un ou l'autre de ces deux éléments.

L'importance de ces formations essentielles et le sens général de leur mouvement apparaissent,
ans chacune des régions prospectées, de la manière suivante.

° *L'eau orientale* (fig. 107).

A) Sur le flanc est de la Corse, prolongement de la Mer tyrrhénienne vers le nord, cette eau est
élément prépondérant. Elle consiste en une masse que ses caractères thermohalins définissent le mieux
ntre 200 et 500 m, mais qui, en fait, occupe la presque totalité de la cuvette toscano-corse.

Cette eau orientale, contrairement à ce qui était admis depuis le travail de Nielsen (1912), ne
énètre pas, en juillet 1957 tout au moins, dans le golfe de Gênes, par le canal du cap Corse où se
ent une couche à forte proportion d'eau atlantique. Elle bute sur le seuil de ce détroit et fait retour
u sud.

B) Ce système oriental se retrouve sur toute la bordure occidentale mais avec des caractères
iermohalins affaiblis. A l'entrée du Golfe du Lion, de la Mer catalane et de la Mer d'Alboran, il se
résente en une double formation.

a) D'une part, en profondeur comme une masse d'eau d'une certaine puissance mais ne pénétrant
as profondément dans ces mers marginales et se dégradant partiellement par mélange avec les eaux
eptentrionales voisines.

b) D'autre part, en une couche peu épaisse qui, aux niveaux de 200 à 600 m suivant le lieu,
'interpose entre les deux couches d'eaux septentrionales récentes et anciennes et qu'on rencontre plus

ou moins développée partout où la profondeur des bassins lui permet de cheminer aux niveaux précités. C'est ainsi que dans le Golfe du Lion elle progresse de l'est vers l'ouest le long de la pente continentale dont elle suit le contour pour finir par se faire absorber, incomplètement d'ailleurs, par les eaux septentrionales profondes au large du cap Creus. De même en Mer catalane, bien qu'elle perde peu à peu ses caractéristiques, notamment dans les parages du 40e parallèle, on la suit jusqu'au canal d'Ivice, qu'elle ne peut franchir ou, tout au moins, au-delà duquel ses traces ne sont

Fig. 107. — *Carte schématique montrant le déplacement des eaux orientales. Les flèches indiquent le sens général de ce transport, le grisé les zones de remontée des eaux profondes qui absorbent la couche intermédiaire.*

/ *partiellement*

plus perceptibles dans le mélange qui s'est fait au passage de ce détroit. En Mer d'Alboran, cett couche se retrouve d'est en ouest, là aussi entre 300 et 500 m, toujours plus caractéristique sur l versant africain que sur celui d'Espagne où elle s'efface presque totalement parfois, sous l'influenc des eaux septentrionales. De même que dans le canal du cap Corse et celui d'Ivice, l'eau oriental butant sur le seuil du détroit de Gibraltar ne parvient pas à le franchir. On peut donc considére que la couche orientale qui s'étale sur l'ensemble du bassin occidental ne s'y manifeste pas en cett saison - il peut en être différemment à d'autres périodes de l'année - avec une très grand force. En tout cas, elle s'y développe avec une puissance moindre que les eaux avec lesquelles ell entre en contact et qui, en des secteurs particuliers : zones de remontée des eaux profondes, passag des crêtes et détroits, les absorbent plus ou moins complètement.

2° *Les eaux septentrionales* (fig. 108). Elles se divisent en deux couches.

A) *La couche inférieure* qui prend le plus souvent l'aspect d'une masse occupant certains sec teurs jusqu'au fond, se forme pendant la période hivernale et le premier printemps dans la part nord du bassin occidental, dans le Golfe du Lion en particulier et très certainement aussi dans l zone côtière de la Mer catalane. Elle se constitue par accumulation des eaux de surface que le vents du nord refroidissent et évaporent accroissant ainsi leur densité qui les fait plonger progre sivement. Ces eaux, d'une température toujours inférieure à 13° s'écoulent vers le sud, emplissa

bassin occidental sans s'étendre toutefois jusqu'au nord de la Mer tyrrhénienne. Elles parvien-ent jusqu'à la côte algérienne près de laquelle elles se réchauffent quelque peu, mais sans attein-re 13°.

Dans la région parcourue, on les voit progresser du Golfe du Lion jusqu'à l'extrémité sud de Mer catalane qu'elles franchissent par le canal d'Ivice pour se déverser dans la Mer d'Alboran on sans s'être mélangées, au passage, avec les eaux sus-jacentes, celles de la couche orientale otamment. Mais leur masse leur permet d'absorber ces dernières et de conserver, à peine altérées, urs caractéristiques. De même elles s'étendent à l'est des Baléares dont elles ceinturent le socle nfluant ainsi avec leur branche catalane à la sortie d'Ivice. Dans la Mer d'Alboran leur nature ptentrionale est, d'évidence, mieux affirmée sur le côté espagnol que sur le versant africain. Au troit de Gibraltar, elles remontent vers la surface et forment, avec les autres couches, un mélange ans lequel s'observe, jusqu'à Tarifa, la basse température qui les caractérise.

Fig. 108. — *Carte schématique montrant le déplacement des eaux septentrionales sur la bordure occidentale de la Méditerranée. Les flèches indiquent la direction générale suivie par les eaux septentrionales profondes (les eaux septentrionales supérieures suivent sensiblement le même chemin).*

Ces eaux septentrionales, dont seules des méthodes nouvelles de mesure, comme le C^{14}, ourront nous dire l'ancienneté, mais qui, nous le savons, se reconstituent régulièrement grâce ux apports hivernaux successifs, sont par leur masse, leur étendue et vraisemblablement leur dyna-ique, l'élément le plus important de l'hydrologie du bassin occidental.

B) *La couche supérieure* d'eau septentrionale a la même origine que la couche profonde dont vient d'être question. Telle qu'elle apparaît, en cette saison, surtout au sud du Golfe du Lion t en Mer catalane, elle s'est formée au cours du précédent hiver et d'autant plus tard qu'on la rouve plus au nord. Elle se place immédiatement sous les eaux de surface et s'enfonce à mesure u'elle progresse vers le sud. Son sort est identique à celui de la masse profonde de même nature vec laquelle elle finit par se confondre, mais sa vitesse de déplacement est très vraisemblable-ent plus grande. S'épanchant vers le sud, de part et d'autre des Baléares, l'eau septentrionale upérieure conserve ses caractéristiques à peu près intactes sur le versant sud de ces îles et les stompent jusqu'à disparition quasi-totale sur la côte africaine.

3° *L'eau atlantique* (fig. 109) a, en Méditerranée occidentale, une très grande extension. Elle recouvre pratiquement toute la Mer d'Alboran et poursuit son cours très loin vers l'est, maintenant intact son caractère d'eau océanique et faisant sentir son influence jusqu'à 200 m environ de profondeur. Très légère et très mobile en raison de sa faible salinité, cette eau atlantique est sensible aux obstacles rencontrés sur son parcours et, en dehors de son flux principal le long de la

FIG. 109. — *Carte schématique montrant le déplacement des eaux atlantiques dans le bassin occidental de la Méditerranée. Les flèches indiquent la direction générale des courants, le grisé les zones de remontée des eaux profondes.*

côte africaine, elle se divise en divers courants sinuant à la surface du bassin occidental. Passé la zone de remontée du secteur Oran-Carthagène qui l'infléchit vers la côte, cette eau atlantique s'étend vers le nord-est en direction des Baléares dont elle baigne la bordure méridionale et les canaux. On a vu qu'elle parvient ainsi en Mer catalane par le nord du plateau de Minorque et beaucoup plus loin vers le nord-est jusqu'au golfe de Gênes par une branche dont un rameau contourne le cap Corse et passe en Mer tyrrhénienne.

4° *Les eaux continentales* (fig. 110). Dans ce secteur marginal de la Mer Méditerranée, il s'agit surtout des eaux du Rhône qui intéressent le Golfe du Lion dans sa totalité et, partiellement, la Mer de Catalogne. Véritable prolongement marin du grand fleuve alpestre, elles forment un courant qui s'écoule vers le sud-ouest, puis se rebrousse en un contre-courant qui revient le long des côtes du Languedoc jusqu'à son point d'origine. Ces eaux de faible salinité n'exercent leur action au large du Golfe, que sur quelques dizaines de mètres, mais dans la zone côtière, leur influence se fait sentir jusqu'au fond. Une certaine partie de ces eaux du Rhône s'évacue dans la Mer de Catalogne, se grossissant le long de la côte des eaux fluviales pyrénéennes. Elles se mélangent aux eaux méditerranéennes axiales du courant catalan et les diluent.

A l'échelle du bassin occidental ces eaux d'origine fluviale sont peut-être de médiocre importance. Mais comme localement elles sont déterminantes d'un secteur hydrologique et biologique parmi les plus originaux de la Méditerranée, elles méritent leur place dans une classification générale des eaux de cette mer.

Telles sont les principales formations hydrologiques de la frange occidentale.

A l'exception de la dernière citée dont aucun ouvrage n'a, à ma connaissance, fait ressortir n réelle importance, elles sont d'ailleurs connues depuis les travaux du « Thor » (Nielsen, 1912) omplétés au cours des récentes années par ceux des océanographes français, italiens et espanols.

Fig. 110. — *Carte schématique montrant le déplacement des eaux d'origine fluviale au nord-ouest de la Méditerranée (eaux du Rhône et des fleuves pyrénéens).*

Néanmoins, les résultats qui viennent d'être exposés apportent avec leurs nombreuses cartes et sections, des aspects hydrologiques complémentaires et, dans certains cas, nouveaux, qui pourront être utiles aux laboratoires marins dont sont jalonnées les régions étudiées.

D'autre part et enfin, en rappelant qu'on a pu dire que la connaissance de l'hydrologie méditerranéenne aiderait à comprendre celle de l'océan [1], la tentation est grande de voir, sans vouloir les pousser trop loin, des analogies entre les phénomènes que les schémas ci-dessus mettent en évidence et ceux qui se produisent dans l'Atlantique nord.

En effet, il vient facilement à l'esprit, lorsqu'on porte sur une carte le tracé du courant atlantique et de ses ramifications diverses, de le comparer au Gulf Stream qui, comme lui, se forme en fonction d'un niveau plus élevé de la mer où il prend naissance et se ramifie en un éventail ouvert à l'est et au nord-est.

De même, l'épanchement de l'eau orientale, à mi-profondeur, dans le bassin occidental, présente beaucoup de ressemblance avec l'écoulement dans l'Atlantique de l'eau méditerranéenne qui, après le détroit de Gibraltar, se propage en diverses directions.

Il en est de même des eaux septentrionales qui, toutes choses égales là aussi, peuvent être rapprochées des eaux arctiques de l'océan : même accumulation en profondeur et même transport lent, du nord au sud.

Il n'est pas jusqu'au déversement du Rhône enfin qui ne rappelle celui des fleuves des mers boordières de l'Atlantique nord à la surface desquelles ils créent des courants comparables à ceux du Golfe du Lion et de la Mer catalane.

(1) Compte-rendu du Prof. Lacombe, Président du Comité d'océanographie physique, à la séance de clôture de l'Assemblée de la Commission internationale pour l'Exploration scientifique de la Mer Méditerranée (octobre 1958).

BIBLIOGRAPHIE

« Atlantis » (Stations hydrographiques de l'), Bull. hydrographique pour l'année 1958, C.P.I.E.M., Copenhague 1952.

Bernard (F.), 1952. — Eaux atlantiques et méditerranéennes au large de l'Algérie. I - Hydrographie, sels nutritifs et phytoplancton en 1950. — *Ann. Inst. océanogr.* Monaco, **27** (1) p. 1-48.

— 1956. — Eaux atlantiques et méditerranéennes au large de l'Algérie. II - Courants et nannoplancton de 1951 à 1953. — *Ann. Inst. océanogr.* Monaco, **31** (4), p. 231-34.

Bougis (P.), 1958. — Contribution à la connaissance des courants superficiels dans le nord-ouest de la Méditerranée occidentale. — *Comm. int. Explor. sci. Méditerranée, Rapp. et P.-V.*, vol. **14** n.s., p. 67-84.

Bougis (P.) et Ruivo (M.), 1954. — Sur une descente d'eaux superficielles en profondeur (cascading) dans le sud du Golfe du Lion. — *Bull. Inform. C.O.E.C.*, **6** (4) p. 147-154.

Bougis (P.), Ginat (M.) et Ruivo (M.), 1956. — Recherches hydrologiques sur le Golfe du Lion. — *Vie et Milieu*, **7** (1) 18 p.

— 1957. — Contribution à l'hydrologie de la Mer catalane. Résultat des campagnes du « Professeur-Lacaze-Duthiers ». — *Vie et Milieu*, suppl. n° 6, p. 123-164.

Buen (R. de) et Navarro (F. de P.), 1935. — Condiciones oceanograficas de la costa catalana entre la frontera francesa y el Golfo de San Jorge (campañas del « Xauen » en marzo de 1933 y de 1934). — *Trab. Inst. esp. oceanogr.*, n° 14, p. 3-50.

Furnestin (J.), 1959. — Hydrologie du Maroc atlantique. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **23** (1), p. 5-77 .

Halim (Y.), 1958. — Observations sur l'hydrologie de la baie et du canyon de Villefranche-sur-Mer. — *Vie et Milieu*, **9** (3) p. 278-292, fig., tabl., réf.

Menendez (N.), 1955. — El estrecho de Gibraltar, clave de la oceanografia de sus mares contiguos. II. — Las comunicaciones Euro-Africanas a travez del estrecho de Gibraltar, II, Consejo superior de investigaciones cientificas. *Inst. de estudios africanas*, Madrid, p. 61-87.

Nielsen (J. N.), 1912. — Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters. — *Report on danish oceanogr Exped.*, 1908-1910, Medit., Copenhague.

Tchernia (P.) 1954. — Contribution à l'étude hydrologique de la Méditerranée occidentale. Premier rapport préliminaire — *Bull. Inform. C.O.E.C.*, **6** (1) p. 7-30.

— 1956. — Contribution à l'étude hydrologique de la Méditerranée occidentale. Deuxième mémoire préliminaire — *Bull. Inform. C.O.E.C.*, **8** (9) p. 425-54.

— 1958. — L'eau intermédiaire dans le bassin algéro-provençal. — *Bull. Inform. C.O.E.C.*, **10** (1) p. 19-22.

Tchernia (P.) et Saint-Guily (B.), 1959. — Nouvelles observations hydrologiques d'hiver en Méditerranée occidentale — *Cahiers océanogr. C.O.E.C.*, **11** (7) p. 499-542.

Trotti (L.), 1954. — Report on the oceanographic investigations in the Ligurian and North Tirrenian seas. Hydrographv — *Centro talassografico Tirreno*, n° 16, Gênes.

TABLE DES FIGURES

Figures		Pages
1.	— Golfe du Lion. Carte des stations et des coupes hydrologiques faites aux mois de juin et de juillet 1957	7
2.	— Golfe du Lion. Isohalines à 5 m	8
3.	— Golfe du Lion. Isohalines à 10 m	10
4.	— Golfe de Lion. Isohalines à 20 m	10
5.	— Golfe du Lion. Isohalines à 30 m	11
6.	— Golfe du Lion. Isohalines à 40 m	11
7.	— Golfe du Lion. Isohalines à 50 m	12
8.	— Golfe du Lion. Isohalines à 100 m	12
9.	— Golfe du Lion. Isohalines à 200 m	13
10.	— Golfe du Lion. Isohalines à 400 m	13
11.	— Golfe du Lion. Isohalines à 1 000 m	14
12.	— Golfe du Lion. Isothermes à 5 m	15
13.	— Golfe du Lion. Isothermes à 10 m	16
14.	— Golfe du Lion. Isothermes à 20 m	16
15.	— Golfe du Lion. Isothermes à 30 m	17
16.	— Golfe du Lion. Isothermes à 40 m	17
17.	— Golfe du Lion. Isothermes à 50 m	18
18.	— Golfe du Lion. Isothermes à 100 m	18
19.	— Golfe du Lion. Isothermes à 200 m	19
20.	— Golfe du Lion. Isothermes à 400 m	19
21.	— Golfe du Lion. Isothermes à 1 000 m	20
22.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L1 (salinités)	21
23.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L1 (températures)	21
24.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L2 (salinités)	22
25.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L2 (températures)	23
26.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L3 (salinités)	24
27.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L3 (températures)	25
28.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L4 (salinités)	27
29.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L4 (températures)	28
30.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L5 (salinités)	30
31.	— Golfe du Lion. Coupe hydrologique n° L5 (températures)	31
32.	— Mer catalane. Carte des stations et des coupes hydrologiques faites au mois de juin 1957.	33
33.	— Mer catalane. Isohalines à 5 m	34
34.	— Mer catalane. Isothermes à 5 m	36
35.	— Mer catalane. Isohalines à 50 m	36
36.	— Mer catalane. Isothermes à 50 m	37
37.	— Mer catalane. Isohalines à 100 m	38
38.	— Mer catalane. Isothermes à 100 m	38

FIGURES Pages

39. — Mer catalane. Isohalines à 200 m 39
40. — Mer catalane. Isothermes à 200 m 39
41. — Mer catalane. Isohalines à 400 m 40
42. — Mer catalane. Isothermes à 400 m 40
43. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C1 (salinités) 42
44. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C1 (températures) 43
45. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C2 (salinités) 44
46. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C2 (températures) 45
47. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C3 (salinités) 46
48. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C3 (températures) 47
49. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C4 (salinités) 48
50. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C4 (températures) 48
51. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C5 (salinités) 49
52. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C5 (températures) 49
53. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C6 (salinités) 50
54. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C6 (températures) 51
55. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C7 (salinités) 53
56. — Mer catalane. Coupe hydrologique n° C7 (températures) 54
57. — Mer d'Alboran. Carte des stations et des coupes hydrologiques faites en juin 1957 55
58. — Mer d'Alboran. Isohalines à 5 m 56
59. — Mer d'Alboran. Isothermes à 5 m 58
60. — Mer d'Alboran. Isohalines à 50 m 60
61. — Mer d'alboran. Isothermes à 50 m 60
62. — Mer d'Alboran. Isohalines à 100 m 61
63. — Mer d'Alboran. Isothermes à 100 m 61
64. — Mer d'Alboran. Isohalines à 200 m 62
65. — Mer d'Alboran. Isothermes à 200 m 62
66. — Mer d'Alboran. Isohalines à 400 m 63
67. — Mer d'Alboran. Isothermes à 400 m 63
68. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A1 (salinités) 65
69. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A1 (températures) 66
70. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A2 (salinités) 68
71. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A2 (températures) 69
72. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A3 (salinités) 70
73. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A3 (températures) 71
74. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A4 (salinités) 72
75. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A4 (températures) 73
76. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A5 (salinités) 74
77. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A5 (températures) 74
78. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A6 (salinités) 75
79. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A6 (températures) 75
80. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A7 (salinités) 76
81. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A7 (températures) 77
82. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A8 (salinités) 78
83. — Mer d'Alboran. Coupe hydrologique n° A8 (températures) 79

FIGURES Pages

84. — Corse orientale. Carte des stations et des coupes hydrologiques faites au mois de juillet 1957 81
85. — Corse orientale. Coupe hydrologique n° T1 (salinités) 82
86. — Corse orientale. Coupe hydrologique n° T1 (températures) 83
87 et 88. — Corse orientale. Coupe hydrologique n° T2 (salinités et températures) 84
89 et 90. — Corse orientale. Coupe hydrologique n° T3 (salinités et températures) 85
91 et 92. — Corse orientale. Coupe hydrologique n° T4 ((salinités et températures) 86
93 et 94. — Corse orientale. Coupe hydrologique n° T5 (salinités et températures) 87
95 et 96. — Corse orientale. Coupe hydrologique n° T6 (salinités et températures) 88
97. — Corse orientale. Isohalines à 5 m..... 89
98. — Corse orientale. Isothermes à 5 m..... 89
99. — Corse orientale. Isohalines à 50 m..... 90
100. — Corse orientale. Isothermes à 50 m..... 90
101. — Corse orientale. Isohalines à 100 m..... 90
102. — Corse orientale. Isothermes à 100 m..... 90
103. — Corse orientale. Isohalines à 200 m..... 91
104. — Corse orientale. Isothermes à 200 m..... 91
105. — Corse orientale. Isohalines à 400 m..... 91
106. — Corse orientale. Isothermes à 400 m..... 91
107. — Carte schématique montrant le déplacement des eaux orientales 94
108. — Carte schématique montrant le déplacement des eaux septentrionales sur la bordure occidentale de la Méditerranée 95
109. — Carte schématique montrant le déplacement des eaux atlantiques dans le bassin occidental de la Méditerranée 96
110. — Carte schématique montrant le déplacement des eaux d'origine fluviale au nord-ouest de la Méditerranée (eaux du Rhône et des fleuves pyrénéens) 97

APPAREILS, METHODES ET LISTE DES STATIONS

Le matériel océanographique. Le « Président-Théodore-Tissier » est équipé d'un treuil Bergen-Nautik et d'un treuil électrique Lucas destinés aux observations hydrologiques. Ces deux appareils ont été utilisés pendant la campagne 1957, le premier pour des prélèvements à toutes profondeurs, le deuxième par petits fonds, lorsque la dérive n'était pas importante.

On s'est servi, pour les prises d'échantillons d'eau, de bouteilles à renversement Mécabolier et Knudsen, immergées, par séries de 8 à 10 à des distances de 5, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1 000, 1 200, 1 500, 1 700, 2 000 m, etc., correspondant à la longueur du câble filé à partir de la surface. Un inclinomètre indiquait, par rapport au navire, l'angle de câble, souvent assez important du fait d'une forte dérive.

Les thermomètres à renversement protégés étaient des instruments Richter-Wiese et Watanabé, gradués au $1/10^{e}$ de degré de — 2° à + 30°. Des thermomètres non protégés contre la pression, Watanabé, gradués en $1/10^{e}$ et en $1/5^{e}$ de — 2° à + 60°, étaient associés aux thermomètres protégés à une distance de 500 m les uns des autres, à partir de l'extrémité immergée du câble filé.

Calculs de correction. Les corrections des températures ont été faites en appliquant la formule $T = \frac{(Tu + VO)(Tu - t)}{K}$ et en y ajoutant la correction instrumentale.

Les différences des températures lues sur les thermomètres protégés et non protégés accouplés, ont donné, après l'application des corrections, l'indication des profondeurs réelles au moment du renversement de ces instruments : $P = \frac{T' - T}{Q.d}$, Q étant la constante de pression du thermomètre, d la densité moyenne de la colonne d'eau au-dessus du thermomètre.

Mesure de la salinité. La méthode de Knudsen a été employée en titrant la chlorinité par le nitrate d'argent. Des burettes de Knudsen, graduées de 16 à 23,5 en doubles cc ont été utilisées à cet effet.

Une partie des échantillons a été analysée à bord du « Président-Théodore-Tissier » pendant la campagne, une autre série au laboratoire de La Rochelle, à la fin de la mission.

Profondeurs standard. Les profondeurs obtenues après les calculs de corrections ont donné des chiffres très variables. Il convenait donc de ramener aux profondeurs standard, telles qu'elles ont été définies par le Conseil permanent international pour l'exploration de la mer toutes les mesures effectuées pendant cette campagne.

On a donc établi pour chaque station un graphique où les valeurs observées ont été portées en abscisse et les profondeurs réelles en ordonnée, ce qui a permis d'obtenir des valeurs interpolées aux niveaux des profondeurs standard de 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1 000, 1 200, 1 500 et 2 000 m. Ce sont ces derniers chiffres qui figurent sur les listes suivantes.

Calcul des densités. La densité à 0°, σ_0 indiquée par les tables de Knudsen a été ramenée à la température *in situ*, σ_t, calculée d'après les tables de Matthews.

OUVRAGES CONSULTES.

KNUDSEN, 1901. — Hydrographical tables, Copenhague.
KNUDSEN, 1920. — *Bull. Commis. int. sci. Explor. Méditerranée,* n° 3.
MATTHEWS (Donald J.), 1932. — Tables for the determination of the density, Copenhague.
THEISEN, 1947. — Correction y t°, *Rep. norv. fish. and mar. Invest.* **8** (9).

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t

DETROIT DE GIBRALTAR ET ABORDS OCCIDENTAUX

257 Lat. 36°06 N, Long. 7°06 O, sonde 760 m

13 VI 20 h 15	5	18°51	36.38	26.21
	10	18°44	36.43	26.27
	20	18°28	36.50	26.36
	30	17°86	36.51	26.48
	50	16°40	36.38	26.73
	75	15°86	36.36	26.85
	100	15°36	36.32	26.92
	200	14°28	36.05	26.95
	300	13°22	35.96	27.06
	400	12°12	35.61	27.06
	500	11°44	35.63	27.19
	600	10°88	35.71	27.36

258 Lat. 35°43 N, Long. 6°42 O, sonde 720 m

14 VI 0 h 20	5	18°92	36.42	26.14
	10	18°88	36.42	26.15
	20	18°78	36.43	26.18
	30	18°10	36.41	26.34
	50	16°56	36.34	26.65
	75	15°86	36.29	26.79
	100	15°50	36.25	26.83
	200	14°32	36.08	26.96
	300	12°81	35.78	27.04
	400	11°84	35.65	27.14
	500	11°30	35.60	27.20
	600	10°90	35.60	27.27

259 Lat. 35°21 N, Long. 6°24 O, sonde 126 m

14 VI 6 h	5	17°41	36.31	26.43
	10	17°38	36.31	26.44
	20	17°34	36.30	26.44
	30	17°14	36.31	26.50
	50	16°35	36.34	26.70
	75	15°63	36.27	26.82
	100	15°18	36.19	26.87

261 Lat. 35°55 N, Long. 5°54,2 O, sonde 270/290 m

14 VI 15 h 30	5	17°22	36.18	26.38
	10	17°19	36.18	26.39
	20	17°14	36.18	26.40
	30	16°86	36.18	26.47
	50	15°85	36.20	26.72
	75	15°20	36.21	26.87
	100	14°52	36.22	27.03
	200	13°01	38.19	28.88

262 Lat. 35°58,3 N, Long. 5°35,9 O, sonde 600 m

14 VI 18 h 05	5	16°60	36.23	26.56
	10	16°46	36.23	26.59
	20	16°16	36.22	26.66
	30	15°92	36.23	26.72
	50	14°98	36.63	27.24
	75	13°37	37.61	28.35
	100	13°30	37.77	28.49
	200	13°13	38.18	28.84
	300	13°06	38.22	28.89
	400	12°90	38.35	29.02
	500	12°99	38.33	29.00

MER D'ALBORAN ET ABORDS ORIENTAUX

263 Lat. 36°00 N, Long. 5°19,5 O, sonde 880 m

14 VI 20 h	5	15°67	36.20	26.77
	10	15°31	36.30	26.92
	20	14°59	36.55	27.27
	30	14°12	36.85	27.62
	50	13°66	37.42	28.15
	75	13°80	37.42	28.12
	100	13°69	36,66?	27.55?
	200	12°98	38.34	29.00
	300	13°00	38.35	29.01
	400	13°00	38.39	29.03
	500	12°99	38.37	29.02
	600	12°97	38.37	29.02
	800	12°95	38.37	29.03

264 Lat. 35°43 N, Long. 5°09 O, sonde 320 m

14 VI 23 h 20	5	18°61	36.42	26.22
	10	18°11	36.43	26.48
	20	17°09	36.45	26.63
	30	16°49	36.48	26.79
	50	16°10	36.56	26.95
	75	15°00	37.05	27.57
	100	13°86	37.59	28.24
	200	13°02	38.28	28.94
	300	12°89	38.37	29.07

265 Lat. 35°26,5 N, Long. 4°59 O, sonde 235 m

15 VI 2 h 10	5	18°10	36.47	26.39
	10	17°91	36.30	26.30
	20	17°63	36.42	26.46
	30	17°21	36.51	26.64
	50	16°03	36.60	26.99
	75	15°12	36.92	27.44
	100	14°21	37.34	28.74
	200	12°95	38.35	29.02

266 Lat. 35°43 N, Long. 4°52 O, sonde 560 m

15 VI 4 h 45	5	18°51	36.45	26.27
	10	18°39	36.50	26.34
	20	17°85	36.58	26.54
	30	17°25	36.67	26.75
	50	15°74	36.355	26.94
	75	15°54	36.46	26.99
	100	15°27	36.59	27.15
	200	13°12	37.55	28.19
	300	12°95	38-31	28.99
	400	12°92	38.34	29.01
	500	12°88		

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
267 Lat. 35°59 N, Long. 4°44 O, sonde 1 020 m				
15 VI 7 h 15	5	18°25	36.41	26.30
	10	18°07	36.39	26.34
	20	17°69	36.38	26.42
	30	17°29	36.36	26.51
	40	16°89	36.37	26.61
	50	16°49	36.38	26.71
	75	16°15	36.44	26.84
	100	15°74	36.59	27.05
	200	13°13	38.30	28.94
	300	13°09	38.37	29.00
	400	12°97	38.39	29.04
	500	12°96	38.45	29.09
	600	12°98	38.56	29.16
	700	12°95	38.78?	29.35?
	800	12°93	38.57	29.18
	1 000	12°90	38.41	29.07
268 Lat. 36°15,7 N, Long. 4°35 O, sonde 900 m				
15 VI 10 h 20	5	17°48	36.44	26.52
	10	17°14	36.43	26.60
	20	16°49	36.37	26.70
	30	15°84	36.34	26.82
	40	15°22	36.53	27.12
	50	14°77	36.77	27.40
	75	13°80	37.50	28.35
	100	13°49	37.81	28.48
	200	13°02	38.31	28.97
	300	13°00	38.39	29.03
	400	13°01	38.40	29.04
	500	12°99	38.39	28.83?
	600	12°99	38.405	29.05
	700	12°99	38.42	29.06
269 Lat. 36°37 N, Long. 4°27,5 O, sonde 205 m				
15 VI 13 h	5	16°32	37.02	27.25
	10	15°88	37.10	27.40
	20	15°01	37.28	27.74
	30	14°51	37.37	27.92
	50	14°23	37.37	27.98
	75	13°82	37.77	28.39
	100	13°44	38.18	28.80
	200	12°91	38.18	28.89
270 Lat. 36°39 N, Long. 3°44,3 O, sonde 320 m				
18 VI 13 h 30	5	19°88	36.81	26.18
	10	19°13	36.83	26.41
	20	17°64	36.85	26.70
	30	16°40	36.86	27.10
	50	14°37	36.83	27.55?
	75	13°74	37.88	28.48
	100	13°28	38.10	28.54
	200	12°99	38.25	28.93
	300	13°01	38.31	28.97
271 Lat. 36°18,5 N, Long. 3°49 O, sonde 920 m				
18 VI 19 h 03	5	18°66	36.51	26.28
	10	17°87	36.55	26.50
	20	16°13	36.69	27.03
	30	15°11	36.90	27.41
	50	14°22	37.30	27.93
	75	14°97?	36.74?	27.29?
	100	13°28	38.08	28.94
	200	13°07	38.33	28.97
	300	13°00	38.395	29.03
	400	13°02	38.39	29.03
	500	12°98	38.44	29.08
	600	13°02	38.40	29.04
	700	12°98	38.40	29.05
	800	12°91	38.41	29.07
	900	12°96	38.41	29.06
272 Lat. 35°54,5 N, Long. 3°54 O, sonde 1 420 m				
18 VI 22 h 03	5	18°97	36.39	26.11
	10	18°50	36.39	26.23
	20	18°43	36.40	26.26
	30	17°98	36.40	26.37
	40	17°18	36.40	26.57
	50	16°62	36.40	26.70
	75	15°56	36.50	27.01
	100	14°58	37.05	27.66
	200	13°08	38.33	29.01
	300	13°01	38.42	29.06
	400	12°98	38.46	29.10
	500	12°94	38.42	29.08
	600	12°91	38.42	29.08
	700	12°93	38.42	29.08
	860	12°96	38.42	29.07
273 Lat. 35°37 N, Long. 3°58 O, sonde 1 240 m				
19 VI 1 h 45	5	19°20	36.44	26.09
	10	18°84	36.44	26.18
	20	18°48	36.44	26.27
	30	17°90	36.44	26.42
	50	16°84	36.43	26.67
	75	16°14	36.41	26.81
	100	15°41	36.71	27.21
	200	13°33	37.91	27.32
	300	13°23	38.46	28.57
	400	13°06	38.42	29.05
	500	13°03	38.42	29.06
	600	12°94	38.42	29.08
	700	12°93	38.42	29.07
	800	12°95	38.42	29.07
	900	13°00	38.42	29.06
274 Lat. 35°17 N, Long. 4°03 O, sonde 250 m				
19 VI 5 h 18	5	19°51	36.44	26.01
	10	19°03	36.41	26.10
	20	18°07	36.31	26.27
	30	17°16	36.31	26.49
	50	15°96	36.44	26.88
	75	15°31	36.56	27.13
	100	14°97	36.62	27.24
	200	13°55	37.75	28.43
275 Lat. 35°23,4 N, Long. 3°16,9 O, sonde 290 m				
19 VI 10 h 55	5	19°61	36.39	25.95
	10	18°89	36.39	26.13
	20	17°42	36.39	26.50
	30	16°42	36.40	26.75
	50	15°40	36.49	26.82
	75	14°84	36.80	27.41
	100	14°60	37.00	27.62
	200	13°56	37.88	28.52
276 Lat. 35°35,8 N, Long. 3°13,2 O, sonde 1 080 m				
19 VI 12 h 52	5	16°84	36.35	26.60
	10	16°72	36.39	26.67
	20	15°60	36.51	27.01
	30	15°23	36.57	27.14
	50	14°41	36.71	27.43
	75	14°17	37.25	27.90
	100	13°82	37.60	28.25

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
	200	13°14	38.28	28.92
	300	12°98	38.39	29.04
	400	12°94	38.41	29.07
	500	12°95	38.42	29.07
	600	12°93	38.41	29.07
	700	12°90	38.41	29.07
	800	12°89	38.41	29.08
	900	12°93	38.41	29.07
	1 000	12°98	38.41	29.06
277 Lat. 35°51,8 N, Long. 3°10,7 O, sonde 180/240 m				
19 VI 15 h 32	5	18°80	36.53	26.26
	10	18°03	36.59	26.50
	20	16°58	36.70	26.93
	30	15°56	36.84	27.28
	50	14°37	37.18	27.80
	75	13°90	37.66	28.29
	100	13°62	37.84	28.48
	200	13°12	38.24	28.89
278 Lat. 36°03,5 N, Long. 3°09 O, sonde 1 620 m				
19 VI 17 h 45	5	20°00	36.46	25.89
	10	19°08	36.51	26.17
	20	17°30	36.58	26.67
	30	16°04	36.70	27.05
	50	14°77	37.00	27.58
	75	14°19	37.49	28.08
	100	13°72	37.80	28.42
	200	13°02	38.24	28.91
	300	13°08	38.39	29.02
	400	12°99	38.42	29.06
	500	12°96		29.05
	600	12°92	38.42	29.08
	700	12°96	38.40	29.05
	800	13°00	38.39	29.03
	900	12°97	38.38	29.03
	1 000	12°94	38.37	29.03
	1 200	12°90	38.37	29.04
	1 300	12°95	38.37	29.03
	1 400	13°00	38.37	29.01
	1 500	13°05	38.37	29.00
279 Lat. 36°21 N, Long. 3°06,5 O, sonde 900 m				
19 VI 21 h	5	19°03	36.55	26.21
	10	18°61	36.59	26.35
	20	17°80	36.71	26.64
	30	15°38	36.80	27.29
	50	14°02	36.93	27.69
	75	13°90	37.57	28.21
	100	13°40	38.03	28.67
	200	13°00	38.35	29.01
	300	12°95	38.37	29.03
	400	12°97	38.38?	29.03
	500	13°00	38.39	29.03
	600	12°93	38.39	29.05
	700	12°90	38.42	29.09
	800	12°94	38.40	29.06
280 Lat. 36°38,2 N, Long. 3°01,4 O, sonde 205 m				
20 VI 0 h 15	5	19°65	36.58	26.08
	10	19°17	36.60	26.22
	20	18°29	36.63	26.46
	30	17°40	36.70	26.73
	50	15°68	36.89	27.29
	75	14°22	37.53	28.10
	100	13°58	37.89	28.52
	200	13°00?	37.62?	28.23?

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
281 Lat. 36°30,5 N, Long. 2°50,2 O, sonde 140/120 m				
20 VI 2 h 10	5	20°10	36.74	26.08
	10	19°38	36.74	26.27
	20	17°90	36.74	26.65
	30	16°74	36.86	27.02
	50	15°03	37.38	27.81
	75	15°40	36.76	27.26
	100	14°01	37.65	28.25
282 Lat. 36°07,5 N, Long. 2°50 O, sonde 940 m				
20 VI 4 h 45	5	19°39	36.55	26.12
	10	17°52	36.52	26.57
	20	16°67	36.48	26.75
	30	15°50	36.50	27.03
	50	14°85	37.01	27.57
	75	14°04	37.56	28.17
	100	13°63	37.76	28.41
	200	12°99	38.38	29.06
	300	12°96	38.41	29.06
	400	12°99	38.46	29.09
	500	13°00	38.45	29.08
	600	12°94	38.45	29.10
	700	12°92	38.44	29.09
	800	13°00	38.44	29.07
283 Lat. 35°57,2 N, Long. 2°51,5 O, sonde 500/470 m				
20 VI 8 h 15	5	19°82	36.47	25.95
	10	19°04	36.45	26.14
	20	17°58	36.42	26.48
	30	16°55	36.44	26.74
	50	15°58	36.60	27.09
	75	14°50	36.92	27.59
	100	14°32	37.45	27.33
	200	13°07	38.31	28.96
	300	12°95	38.44	29.08
	400	12°94	38.44	29.09
284 Lat. 35°43,8 N, Long. 2°54,3 O, sonde 680 m				
20 VI 10 h 32	5	20°07	36.42	25.84
	10	19°33	36.41	26.03
	20	17°88	36.39	26.39
	30	16°86	36.41	26.64
	50	15°68	36.63	27.09
	75	14°74	36.88	27.49
	100	14°41	37.15	27.78
	200	13°09	38.20	28.86
	300	13°02	38.35	29.00
	400	12°92	38.37	28.82
	500	12°97	38.37	28.81
285 Lat. 35°51,7 N, Long. 2°57 O, sonde 190/215 m				
20 VI 13 h	5	20°17	36.38	25.79
	10	19°58	36.37	25.93
	20	18°36	36.36	26.25
	30	16°52	36.59	26.87
	50	15°18	36.67	27.23
	75	14°41	37.40	27.97
	100	13°74	37.71	28.35
286 Lat. 35°16,7 N, Long. 2°17,5 O, sonde 200 m				
20 VI 17 h 20	5	21°08	36.69	25.77
	10	20°26	36.65	25.97
	20	19°21	36.58	26.19
	30	18°13	36.54	26.46

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
	50	15°84	36.51	26.96
	75	15°13	36.86	27.39
	100	14°75	37.19	27.74
	200	13°23	38.36	28.96
287 Lat. 35°38,5 N, Long. 2°12 O, sonde 500 m				
20 VI	5	20°81	36.55	25.74
20 h 45	10	20°46	36.54	25.82
	20	19°74	36.53	26.02
	30	18°92	36.53	26.23
	50	17°14	36.53	26.67
	75	16°37	36.51	26.83
	100	15°59	36.68	27.15
	200	13°66	37.50	28.20
	300	13°34	38.08	28.72
	400	13°02	38.38	28.79
288 Lat. 36°05,8 N, Long. 2°11,5 O, sonde 1 920 m				
21 VI	5	20°60	36.58	25.82
0 h 30	10	20°24	36.61	25.94
	20	19°50	36.67	26.18
	30	18°24	36.59	26.45
	50	16°72	36.55	26.78
	75	15°44	36.70	27.19
	100	14°88	36.80	27.40
	200	13°35	38.18	28.80
	300	13°14	38.29	28.93
	400	13°06	38.38	29.01
	500	13°10	38.43	29.04
	600	13°08	38.44	29.06
	700	13°03	38.44	29.07
	800	12°97	38.44	29.08
	900	12°90	38.44	29.09
	1 000	12°91	38.44	29.09
	1 100	12°94	38.44	29.09
	1 200	12°96	38.44	29.08
	1 300	12°98	38.44	29.08
	1 500	13°02	38.44	29.07
289 Lat. 36°26 N, Long. 2°01 O, sonde 1 400 m				
21 VI	5	20°79	36.62	25.80
4 h 20	10	20°06	36.59	25.98
	20	18°62	36.53	26.30
	30	16°74	36.49	26.74
	50	15°90	36.65	27.06
	75	15°05	36.70	27.28
	100	14°56	37.05	27.67
	200	13°05	38.32	28.98
	300	13°05	38.32	28.98
	400	13°07	38.34	28.98
	500	13°06	38.35	28.99
	600	13°01	38.35	29.00
	700	12°97	38.36	29.01
	800	12°98	38.37	29.02
	900	13°00	38.39	29.03
290 Lat. 36°49,3 N, Long. 1°54,8 O, sonde 245/260 m				
21 VI	5	20°20	36.77	26.07
8 h 15	10	19°68	36.85	26.28
	20	18°66	37.07	26.70
	30	17°40	37.27	27.17
	50	14°41	37.65	28.16
	75	13°81	37.94	28.51
	100	13°52	38.15	28.73
	200	13°10	38.39	29.01

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
291 Lat. 36°29,2 N, Long. 1°33,5 O, sonde 1 800/2 000				
21 VI	5	20°07	36.98	26.27
11 h 50	10	19°80	37.05	26.40
	20	19°22	37.21	26.67
	30	17°66	37.72	27.46
	50	14°64	37.68	28.14
	75	13°68	38.00	28.60
	100	13°40	38.08	28.71
	200	12°95	38.24	28.93
	300	12°97	38.37	29.02
	400	12°99	38.42	29.06
	500	13°01	38.44	29.07
	600	13°02	38.44	29.07
	700	13°00	38.45	29.08
	800	12°98	38.46	29.10
	900	12°96	38.47	29.10
	1 000	12°95	38.46	29.10
	1 200	12°97	38.46	29.10
	1 500	13°12	38.46	29.07
292 Lat. 36°08,7 N, Long. 1°11,8 O, sonde 2 580 m				
21 VI	5	21°30	36.92	25.89
15 h 50	10	20°73	36.90	26.02
	20	19°56	36.85	26.31
	30	17°92	37.07	26.84
	50	15°04	37.51	27.91
	75	14°10	37.83	28.37
	100	13°65	37.97	28.57
	200	12°97	38.38	29.03
	300	13°04	38.38	29.02
	400	13°10	38.39	29.01
	500	13°15	38.40	29.01
	600	13°07	38.40	29.03
	700	12°98	38.40	29.05
	800	13°06	38.40	29.03
	900	13°20	38.40	29.00
	1 000	13°16	38.45	29.05
	1 200	13°07	38.55	29.14
293 Lat. 35°48 N, Long. 0°49,8 O, sonde 400/600 m				
21 VI	5	21°20	36.56	25.65
20 h 35	10	20°89	36.57	25.73
	20	20°64	36.57	25.80
	30	19°34	36.57	26.15
	50	15°80	36.57	27.01
	75	15°18	36.74	27.29
	100	14°55	36.97	27.60
	200	13°27	38.28	28.93
	300	13°14	38.38	28.96
294 Lat. 36°14 N, Long. 0°45,5 O, sonde 2 650 m				
22 VI	5	21°10	37.09	26.07
0 h 30	10	20°70	37.10	26.19
	20	19°90	37.20	26.48
	30	17°18	37.37	27.30
	50	13°70	37.92	28.52
	75	13°38	38.23	28.83
	100	13°16	38.27	28.91
	200	13°02	38.35	29.00
	300	13°06	38.41	28.83
	400	13°06	38.44	29.06
	500	13°04	38.42	29.05
	600	13°02	38.41	29.05
	700	12°98	38.41	29.06
	800	12°96	38.41	29.06
	900	12°94	38.41	29.07

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
	1 000	12°94	38.41	29.07
	1 100	12°94	38.41	29.07
	1 200	12°93	38.41	29.07
	1 300	12°94	38.41	29.07
	1 500	13°00	38.41	29.05
	1 700	13°04	38.41	29.04
295 Lat. 36°40 N. Long. 0°44 O. sonde 2 680 m				
22 VI 5 h	5	20°52	37.38	26.45
	10	19°05	37.43	26.88
	20	16°15	37.62	27.74
	30	14°40	37.79	28.28
	50	13°29	38.15	28.79
	75	13°14	38.17	28.83
	100	13°09	38.26	28.92
	200	13°05	38.42	29.05
	300	13°05	38.42	29.05
	400	13°04	38.42	29.05
	500	13°02	38.42	29.06
	600	13°01	38.42	29.06
	700	13°00	38.42	29.06
	800	12°99	38.42	29.06
	900	12°98	38.42	29.07
	1 000	12°98	38.42	29.07
	1 100	12°98	38.42	29.07
	1 200	12°97	38.42	29.07
	1 300	12°98	38.42	29.07
	1 400	13°01	38.42	29.07
	1 500	13°03	38.42	29.06
	1 600	13°05	38.42	29.05
	1 700	13°08	38.42	29.05
296 Lat. 37°06,8 N. Long. 0°40,6 O. sonde 2 620 m				
22 VI 8 h 45	5	20°25	36.96	26.21
	10	18°92	37.06	26.62
	20	16°24	37.21	27.41
	30	14°68	37.55	28.02
	50	13°77	37.70	28.33
	75	13°30	37.35	28.17
	100	13°14	38.14	28.81
	200	13°05	38.30	28.96
	300	13°07	38.39	29.02
	400	13°04	38.39	29.03
	500	13°00	38.39	29.03
	600	12°96	38.39	29.04
	700	12°86	38.39	29.06
	800	12°65	38.39	29.11
	900	12°52	38.39	29.13
	1 000	12°57	38.39	29.12
	1 100	12°70	38.39	29.10
	1 200	12°84	38.38	29.06
	1 500	13°02	38.38	29.02
	1 700	13°05	38.40	29.03
	2 000	13°10	38.42	29.04
297 Lat. 37°31,4 N. Long. 0°42 O. sonde 95 m				
22 VI 13 h	5	21°38	37.25	26.12
	10	20°83	37.29	26.56
	20	19°68	37.37	26.66
	30	18°09	37.53	27.20
	50	14°03	37.99	28.51
	75	13°68	38.10	28.67

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
298 Lat. 37°16,5 N. Long. 0°11 O. sonde 2 700 m				
22 VI 17 h 05	5	20°87	37.22	26.24
	10	20°58	37.23	26.33
	20	20°00	37.24	26.48
	30	18°58	37.85?	27.33
	50	14°10	37.72	28.28
	75	13°52	38.06	28.68
	100	13°32	38.15	28.79
	200	13°03	38.35	29.00
	300	13°04	38.38	29.02
	400	13°05	38.42	29.05
	500	13°05	38.44	29.06
	600	13°04	38.44	29.06
	700	13°01	38.44	29.07
	800	12°99	38.44	29.07
	900	12°97	38.44	29.08
	1 000	12°96	38.44	29.08
	1 100	12°96	38.44	29.08
	1 200	12°96	38.44	29.08
	1 500	12°99	38.43	29.06
	1 700	13°02	38.42	29.06
	2 000	13°04	38.40	29.04
299 Lat. 37°02,5 N. Long. 0°19 E. sonde 2 710 m				
22 VI 21 h 57	5	20°90	36.71	25.83
	10	20°57	36.70	25.91
	20	19°88	36.68	26.09
	30	18°71	36.71	26.41
	50	15°70	36.86	27.26
	75	15°01	36.77	27.35
	100	14°56	37.15	27.73
	200	13°09	38.12	28.80
	300	13°04	38.32	28.98
	400	13°06	38.42	29.05
	500	13°08	38.46	29.08
	600	13°04	38.43	29.05
	700	12°99	38.40	29.05
	800	12°98	38.39	29.04
	900	13°00	38.39	29.03
	1 000	13°01	38.40	29.04
	1 100	13°01	38.40	29.04
	1 200	13°03	38.40	29.04
	1 300	13°04	38.40	29.04
	1 400	13°05	38.40	29.03
	1 500	13°06	38.39	29.02
	1 600	13°07	38.39	29.02
300 Lat. 36°45 N. Long. 0°57 E. sonde 2 520 m				
23 VI 4 h	5	20°83	36.69	25.84
	10	20°61	36.69	25.90
	20	20°18	36.69	26.02
	30	19°58	36.72	26.20
	50	18°08	36.81	26.65
	75	15°56	36.78	27.23
	100	14°84	36.73	27.57
	200	13°29	37.08	27.96
	300	13°05	38.33	28.99
	400	13°12	38.40	29.02
	500	13°12	38.44	29.05
	600	13°05	38.44	29.06
	700	13°02	38.44	29.07
	800	13°00	38.44	29.07
	900	12°98	38.44	29.08
	1 000	12°98	38.44	29.08
	1 100	13°00	38.44	29.07
	1 200	13°00	38.44	29.07
	1 300	13°01	38.44	29.07

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
	1 400	13°02	38.44	29.07
	1 500	13°03	38.44	29.07
	1 600	13°04	38.44	29.06
	1 700	13°05	38.44	29.06
	1 800	13°06	38.44	29.06
301 Lat. 37°15,5 N, Long. 1°10 E, sonde 2 760 m				
23 VI 9 h 02	5	20°70	36.64	25.84
	10	20°24	36.61	25.94
	20	18°96	36.58	26.26
	30	16°98	36.58	26.75
	50	15°68	36.63	27.09
	75	14°77	37.21	27.75
	100	14°74	37.39	27.90
	200	13°44	38.08	28.70
	300	13°03	38.32	28.98
	400	13°04	38.39	29.03
	500	13°07	38.39	29.02
	600	néant	38.40?	—
	700	»	38.40?	—
	800	»	38.41?	—
	900	»	38.41?	—
	1 000	13°12	38.41	29.02
	1 100	13°13	38.40	29.00
	1 200	13°15	38.40	29.00
	1 300	13°17	38.44	29.03
	1 400	13°18	38.47	29.05
	1 500	13°20	38.49	29.08
	1 600	13°20	38.49	29.08
	1 700	13°20	38.49	29.08
	1 800	13°20	38.49	29.08
	2 000	13°20	38.49	29.08
302 Lat. 37°47 N, Long. 1°24,5 E, sonde 2 770 m				
23 VI 14 h 37	5	21°50	37.22	26.07
	10	21°08	37.21	26.17
	20	20°41	37.18	26.32
	30	18°64	37.28	26.87
	50	14°25	37.69	28.21
	75	13°68	37.91	28.52
	100	13°40	38.10	28.73
	200	13°20	38.33	28.96
	300	13°12	38.43	29.04
	400	13°08	38.44	29.06
	500	13°02	38.45	29.08
	600	12°98	38.44	29.08
	700	12°96	38.42	29.07
	800	12°97	38.42	29.07
	900	12°98	38.43	29.07
	1 000	12°98	38.44	29.08
	1 100	12°98	38.43	29.07
	1 200	12°98	38.42	29.07
	1 300	12°98	38.42	29.07
	1 400	12°97	38.41	29.06
	1 500	12°96	38.41	29.06
	1 600	12°98	38.41	29.06
	1 700	13°00	38.41	29.05
	1 800	13°02	38.41	29.05
	1 900	13°04	38.41	29.04
	2 000	13°07	38.41	29.04

MER CATALANE

303 Lat. 38°17 N, Long. 1°39 E, sonde 1 430 m				
23 VI 20 h 10	5	21°50	36.91	25.82
	10	21°05	36.91	25.94
	20	20°26	36.90	26.15
	30	18°86	36.94	26.50
	50	15°02	37.30	27.71
	75	13°94	37.57	28.20
	100	13°08	37.76	28.53
	200	13°00	38.24	28.92
	300	13°09	38.36	28.99
	400	13°06	38.36	28.99
	500	13°04	38.36	29.00
	600	13°01	38.37	29.01
	700	12°98	38.37	29.02
	800	12°94	38.37	29.03
	900	12°91	38.37	29.03
	1 000	12°89	38.37	29.04
	1 100	12°92	38.37	29.03
	1 200	12°96	38.36	29.01
304 Lat. 38°22 N, Long. 1°12 E, sonde 1 085 m				
24 VI 0 h 25	5	21°35	36.87	25.83
	10	20°88	36.88	25.97
	20	19°92	36.91	26.25
	30	18°52	36.97	26.86
	50	15°36	37.37	27.73
	75	14°08	37.24	27.92
	100	13°66	37.67	28.38
	200	13°02	38.03	28.79
	300	12°99	37.90	28.69
	400	12°99	38.33	29.04
	500?	12°95	38.38	29.06
	600?	12°92	38.39	29.06
	700?	12°88	38.41	29.07
	800?	12°85	38.41	29.08
	900?	12°90	38.41	29.07
	1.000?	12°92	38.41	29.06
305 Lat. 38°25 N, Long. 0°45 E, sonde 940 m				
24 VI 4 h 13	5	21°38	36.88	25.83
	10	20°40	36.95	26.16
	20	18°30	37.04	26.72
	30	16°68	37.15	27.21
	50	14°43	37.32	27.91
	75	13°91	37.74	28.33
	100	13°71	37.88	28.49
	200	13°02	38.27	28.93
	300	13°01	38.37	29.01
	400	13°00	38.38	29.02
	500	12°98	38.41	29.06
	600	12°95	38.42	29.07
306 Lat. 38°25 N, Long. 0°20 E, sonde 120 m				
24 VI 7 h 25	5	21°23	37.52	26.37
	10	20°83	37.65	26.57
	20	20°00	37.91	27.00
	30	18°64	37.99	27.42
	50	13°78	37.81	28.42
	75	13°69	38.01	28.59
	100	13°13	38.12	28.80

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
307 Lat. 38°48 N, Long. 0°21 E, sonde 120 m				
24 VI 11 h	5	20°84	37.52	26.47
	10	20°00	37.59	26.76
	20	18°14	37.71	27.33
	30	16°64	37.82	27.78
	50	13°78	38.02	28.59
	75	13°69	38.03	28.61
	100	13°13	38.42	29.04
308 Lat. 38°47,8 N, Long. 0°44 E, sonde 860 m				
24 VI 13 h 28	5	21°11	37.21	26.16
	10	20°70	37.31	26.35
	20	19°68	37.53	26.79
	30	18°60	37.76	27.40
	50	13°78	38.03	28.59
	75	13°43	38.02	28.66
	100	13°30	38.09	28.74
	200	12°89	38.29	28.98
	300	12°90	38.41	29.08
	400	13°01	38.39	29.03
	500	12°99	38.39	29.04
	600	12°95	38.39	29.05
	700	12°96	38.39	29.04
309 Lat. 38°48 N, Long. 1°06 E, sonde 130 m				
24 VI 16 h 20	5	22°40	36.91	25.57
	10	21°28	36.96	25.93
	20	18°98	37.04	26.60
	30	17°08	37.17	27.17
	50	14°15	37.48	29.09
	75	18°76	37.75	28.38
	100	13°43	38.06	28.70
310 Lat. 38°49 N, Long. 1°51,7 E, sonde 400 m				
24 VI 20 h 50	5	21°43	36.85	25.80
	10	20°86	36.87	25.97
	20	19°72	36.91	26.30
	30	18°00	37.00	26.82
	50	14°94	37.38	27.83
	75	14°08	37.66	28.25
	100	14°15	37.85	28.38
	200	13°47	38.09	28.71
	300	12°90	38.33	29.02
311 Lat. 39°10 N, Long. 2°01,5 E, sonde 730 m				
25 VI 0 h 02	5	21°00	36.93	25.98
	10	20°45	36.95	26.14
	20	19°35	37.03	26.50
	30	17°37	37.11	27.06
	50	14°57	37.36	28.30
	75	13°92	37.67	28.28
	100	13°66	37.90	28.51
	200	12°88	38.29	28.99
	300	12°85	38.37	29.05
	400	12°90	38.41	29.08
	500	12°94	38.43	29.08
312 Lat. 39°31 N, Long 2°11 E, sonde 115 m				
25 VI 3 h 55	5	21°50	37.11	25.98
	10	20°80	37.08	26.14
	20	19°46	37.02	26.47
	30	18°00	37.04	26.85
	50	14°84	37.29	27.79
	75	13°83	37.70	28.32
	100	13°54	38.10	28.70

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
313 Lat. 39°26 N, Long. 1°33,5 E, sonde 960 m				
25 VI 7 h 28	5	21°20	37.49	26.35
	10	20°02	37.62	26.77
	20	17°52	37.83	27.58
	30	15°68	38.02	28.16
	50	13°79	38.26	28.77
	75	13°10	38.26	28.92
	100	12°94	38.22	28.92
	200	12°88	38.23	28.94
	300	13°00	38.33	29.00
	400	12°98	38.35	29.01
	500	12°96	38.37	29.02
	600	12°91	38.39	29.05
	700	12°90	38.39	29.06
	800	12°95	38.39	29.05
314 Lat. 39°21 N, Long. 0°52,5 E, sonde 1 400 m				
25 VI 11 h 40	5	20°90	37.41	26.37
	10	20°41	37.50	26.57
	20	19°43	37.72	27.00
	30	17°44	37.79	27.57
	50	13°69	37.93	28.53
	75	13°62	38.13	28.70
	100	13°42	38.16	28.77
	200	12°85	38.26	28.97
	300	12°89	38.41	29.08
	400	13°02	38.57	29.16
	500	13°00	38.51	29.13
	600	12°98	38.47	29.10
	700	12°95	38.46	29.10
	800	12°92	38.44	29.09
	900	12°92	38.44	29.09
	1 000	12°94	38.44	29.09
315 Lat. 39°18 N, Long. 0°20,4 E, sonde 1 000 m				
25 VI 16 h 10	5	20°27	37.66	26.74
	10	19°22	37.69	27.03
	20	16°96	37.90	27.76
	30	15°12	38.03	28.30
	50	13°66	38.15	28.72
	75	13°10	38.20	28.86
	100	13°02	38.21	28.89
	200	12°96	38.23	28.92
	300	12°94	38.26	28.95
	400	12°88	38.29	28.98
	500	12°92	38.36	29.02
	600	12°97	38.44	29.08
	700	12°94	38.45	29.10
316 Lat. 39°38,9 N, Long. 0°41,8 E, sonde 600 m				
25 VI 20 h 07	5	21°50	37.74	26.45
	10	20°28	37.78	26.83
	20	17°78	37.84	27.52
	30	16°84	37.89	27.78
	50	16°88	37.93	27.80
	75	14°46	37.96	28.39
	100	13°52	38.09	28.70
	200	12°89	38.23	28.92
	300	12°84	38.42	29.10
	400	12°88	38.41	29.07
	500	12°94	38.40	29.06
317 Lat. 40°02,2 N, Long. 1°05,5 E, sonde 720 m				
26 VI 0 h 25	5	21°03	37.63	26.50
	10	20°05	37.72	26.84
	20	18°12	37.95	27.52
	30	16°58	37.96	27.90
	50	14°36	38.00	28.44
	75	13°46	38.06	28.69

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
	100	13°16	38.06	28.75
	200	13°02	38.10	28.81
	300	13°11	38.39	29.01
	400	13°12	38.40	29.02
	500	13°06	38.41	29.04
318 Lat. 40°01,5 N, Long. 1°52 E, sonde 1 690 m				
26 VI	5	20°53	37.86	26.82
5 h 26	10	19°32	37.87	27.15
	20	16°70	37.90	27.82
	30	15°18	37.93	28.20
	50	14°33	38.00	28.44
	75	13°14	38.15	28.82
	100	12°96	38.15	28.86
	200	12°80	38.17	28.90
	300	12°78	38.25	28.97
	400	12°92	38.33	29.01
	500	13°02	38.39	29.03
	600	13°00	38.41	29.05
	700	12°98	38.43	29.07
	800	12°95	38.43	29.08
	900	12°93	38.44	29.09
	1 000	12°92	38.44	29.09
	1 100	12°93	38.44	29.09
	1 200	12°94	38.44	29.09
	1 300	12°96	38.44	29.08
	1 400	12°97	38.44	29.08
	1 500	13°00	38.44	29.07
319 Lat. 39°59,5 N, Long. 02°36,5 E, sonde 1 380 m				
26 VI	5	21°73	37.39	26.13
10 h 35	10	20°46	37.47	26.54
	20	19°12	37.60	26.99
	30	19°55	37.70	26.95
	50	14°68	38.03	28.40
	75	13°56	38.19	28.76
	100	13°20	38.20	28.84
	200	12°84	38.31	29.01
	300	12°82	38.36	28.95
	400	12°91	38.39	29.06
	500	13°01	38.42	29.06
	600	13°00	38.43	29.06
	700	12°98	38.44	29.08
	800	12°96	38.44	29.08
	900	12°93	38.41	29.07
	1 000	12°91	38.39	29.05
	1 100	12°92	38.40	29.06
	1 200	12°96	38.41	29.06
	1 300	12°99	38.42	29.06
320 Lat. 39°58 N, Long. 3°22 E, sonde 135 m				
26 VI	5	21°64	37.29	26.07
15 h 20	10	21°08	37.27	26.19
	20	20°00	37.24	26.48
	30	18°66	37.28	26.86
	50	14°77	37.48	27.96
	75	13°92	37.76	28.35
	100	13°42	38.04	28.68
321 Lat. 39°49,5 N, Long. 3°40 E, sonde 71 m				
26 VI	5	21°55	37.20	26.03
21 h 04	10	20°76	37.24	26.28
	20	19°22	37.32	26.75
	30	17°86	37.41	27.17
	50	15°42	37.62	27.91

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
322 Lat. 39°46,8 N, Long. 4°30 E, sonde 405 m				
27 VI	5	21°82	37.31	26.04
1 h 35	10	21°16	37.40	26.29
	20	19°82	37.54	26.76
	30	18°27	37.61	27.22
	50	14°77	37.61	28.05
	75	13°46	38.15	28.76
	100	13°13	38.22	28.88
	200	12°81	38.33	29.04
	300	12°94	38.39	29.07
323 Lat. 40°06,4 N, Long. 4°14,8 E, sonde 148 m				
27 VI	5	21°33	37.25	26.13
11 h 12	10	20°26	37.33	26.48
	20	18°10	37.48	27.17
	30	16°53	37.56	27.61
	50	14°53	36.56	28.07
	75	13°82	37.88	28.47
	100	13°55	38.00	28.61
324 Lat. 40°14,5 N, Long. 4°38,5 E, sonde 2 700 m				
27 VI	5	21°85	37.29	26.01
13 h 57	10	21°22	37.32	26.22
	20	19°92	37.38	26.61
	30	18°25	37.50	27.14
	50	14°24	37.90	28.39
	75	13°56	38.03	28.64
	100	13°13	38.08	28.77
	200	12°96	38.29	28.97
	300	13°08	38.39	29.02
	400	13°05	38.41	29.04
	500	13°02	38.42	29.06
	600	12°98	38.43	29.07
	700	12°95	38.43	29.07
	800	12°94	38.43	29.08
	900	12°94	38.43	29.08
	1 000	12°97	38.43	29.07
	1 200	13°12	38.42	29.04
	1 500	13°01	38.36	29.00
	2 000	13°10	38.50	29.10
325 Lat. 40°42 N, Long. 4°46 E, sonde 2 730 m				
27 VI	5	21°00	37.38	26.32
18 h 45	10	20°38	37.41	26.51
	20	19°16	37.47	26.89
	30	18°25	37.55	27.18
	50	15°31	37.72	28.02
	75	13°92	37.75	28.35
	100	13°12	38.01	28.71
	200	13°03	38.28	28.94
	300	13°10	38.33	28.98
	400	13°11	38.42	29.04
	500	13°09	38.46	29.07
	600	13°06	38.45	29.07
	700	13°03	38.45	29.08
	800	13°01	38.45	29.08
	900	12°98	38.45	29.09
	1 000	13°00	38.45	29.08
	1 100	13°01	38.45	29.08
	1 200	13°01	38.45	29.08
	1 500	13°00	38.39	29.03
	2 000	13°10	38.39	29.01
326 Lat. 40°50 N, Long. 3°58,5 E, sonde 2 440 m				
28 VI	5	21°03	37.66	26.54
1 h	10	20°22	37.68	26.76
	20	18°62	37.74	27.23
	30	17°29	37.83	27.63
	50	15°16	38.06	28.32

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
	75	13°64	38.15	28.72
	100	13°07	38.18	28.86
	200	12°86	38.37	29.04
	300	13°03	38.41	29.05
	400	12°99	38.41	29.05
	500	12°96	38.42	29.07
	600	12°94	38.43	29.08
	700	12°91	38.44	29.09
	800	12°92	38.44	29.09
	900	12°92	38.43	29.08
	1 000	12°92	38.43	29.08
	1 100	12°94	38.45	29.10
	1 200	12°96	38.46	29.10
	1 500	13°00	38.45	29.08
	2 000	13°08	38.45	29.07
327 Lat. 40°50 N, Long. 3°09 E, sonde 2 190 m				
28 VI 6 h 35	5	21°58	37.95	26.53
	10	20°94	38.00	26.80
	20	19°69	38.10	27.23
	30	18°03	38.17	27.71
	50	13°85	38.26	28.76
	75	12°98	38.33	29.00
	100	13°00	38.28	28.95
	200	12°84	38.40	29.08
	300	13°00	38.57	29.17
	400	12°94	38.49	29.13
	500	12°90	38.43	29.08
	600	12°90	38.42	29.08
	700	12°88	38.41	29.08
	800	12°90	38.40	29.07
	900	12°90	38.40	29.07
	1 000	12°92	38.39	29.05
	1 100	12°93	38.38	29.04
	1 200	12°94	38.38	29.04
	1 500	12°98	38.39	29.04
	2 000	12°98	38.41	29.06
328 Lat. 41°03 N, Long. 2°27,5 E, sonde 1 320 m				
28 VI 11 h 30	5	21°49	37.88	26.57
	10	20°92	37.88	26.73
	20	19°72	37.88	27.05
	30	18°27	37.93	27.45
	50	14°70	38.19	28.52
	75	13°59	38.19	28.76
	100	13°20	38.33	28.96
	200	12°91	38.40	29.06
	300	12°87	38.40	29.07
	400	12°91	38.40	29.06
	500	12°94	38.40	29.06
	600	12°92	38.40	29.06
	700	12°91	38.40	29.07
	800	12°92	38.41	29.07
	900	12°94	38.43	29.08
	1 000	12°95	38.44	29.08
	1 100	12°97	38.45	29.09
	1 200	12°98	38.46	29.10
329 Lat. 41°21 N, Long. 2°50,7 E, sonde 1 580 m				
28 VI 15 h 22	5	20°45	37.63	27.67
	10	19°34	37.67	26.99
	20	17°14	37.76	27.61
	30	15°86	37.83	27.97
	50	15°13	37.90	28.19
	75	13°08	38.17	28.85
	100	13°06	38.21	28.88
	200	12°99	38.28	28.95
	300	13°14	38.39	29.01
	400	13°09	38.43	29.04
	500	13°05	38.46	29.02
	600	13°04	38.46	29.08
	700	13°02	38.46	29.09
	800	12°99	38.53	29.14
	900	12°97	38.60	29.20
	1 000	12°94	38.66	29.26
	1 100	12°96	38.53	29.15
	1 200	12°98	38.40	29.05
	1 500	13°02	38.40	29.04
330 Lat. 41°35 N, Long. 3°12 E, sonde 150 m				
28 VI 19 h	5	19°96	37.41	26.63
	10	18°86	37.52	27.00
	20	16°62	37.73	27.71
	30	15°07	37.89	28.19
	50	13°41	38.08	28.71
	75	13°11	38.15	28.83
	100	13°00	38.15	28.85
	140	13°04	38.14	28.83
331 Lat. 41°30,3 N, Long. 3°52 E, sonde 3 370 m				
28 VI 23 h 30	5	21°43	38.09	26.75
	10	20°73	37.95	26.83
	20	19°33	37.60	26.94
	30	17°92	37.66	27.36
	50	15°09	38.40	28.59
	75	13°81	38.18	28.70
	100	12°87	38.26	28.97
	200	12°92	38.50?	29.14
	300	13°04	38.42	29.05
	400	13°00	38.43	29.06
	500	12°97	38.44	29.08
	600	12°97	38.51	29.14
	700	12°96	38.56	29.16
	800	12°95	38.50	29.13
	900	12°94	38.43	29.08
	1 000	12°93	38.41	29.07
	1 100	12°95	38.48	29.11
	1 200	12°97	38.52	29.14
	1 500	13°02	38.40	29.04
	2 000	13°10	38.40	29.02
332 Lat. 41°26 N, Long. 4°30 E, sonde 2 600 m				
29 VI 4 h 05	5	20°93	37.90	26.73
	10	19°83	37.93	27.05
	20	17°58	38.00	27.69
	30	16°25	38.07	28.06
	50	15°42	38.21	28.36
	75	14°55	38.39	28.70
	100	13°43	38.33	28.91
	200	13°93	38.36	28.81
	300	13°09	38.43	29.04
	400	13°06	38.44	29.06
	500	13°05	38.46	29.08
	600	13°04	38.49	29.11
	700	13°03	38.38	29.02
	800	13°01	38.38	29.02
	900	12°99	38.39	29.04
	1 000	12°97	38.39	29.04
	1 100	12°99	38.40	29.05
	1 200	13°01	38.40	29.04
	1 500	13°02	38.39	29.03
	2 000	13°12	38.39	29.01

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
333 Lat. 41°20,5 N, Long. 5°10 E, sonde 2 570 m				
29 VI 9 h	5	19°57	37.95	27.15
	10	18°87	37.98	27.35
	20	17°52	38.04	27.74
	30	16°49	38.08	28.02
	50	15°09	38.15	28.40
	75	13°73	38.28	28.80
	100	13°00	38.31	28.98
	200	13°60	38.47	29.09
	300	12°97	38.48	29.11
	400	13°00	38.46	29.09
	500	13°03	38.44	29.07
	600	12°98	38.45	29.09
	700	12°94	38.45	29.10
	800	12°97	38.45	29.09
	900	13°00	38.46	29.09
	1 000	13°02	38.46	29.09
	1 100	13°04	38.47	29.08
	1 200	13°04	38.48	29.09
	1 500	12°99	38.40	29.05
	2 000	13°05	38.41	29.04
	2 300	13°11	38.40	29.02
334 Lat. 41°34,6 N, Long. 5°04 E, sonde 2 500 m				
29 VI 12 h 15	5	19°75	38.24	27.32
	10	18°46	38.25	27.66
	20	15°92	38.27	28.29
	30	15°13	38.27	28.48
	50	13°46	38.28	28.85
	75	13°32	38.31	28.93
	100	13°28	38.35	28.95
	200	13°04	38.44	29.06
	300	12°98	38.43	29.07
	400	12°99	38.43	29.06
	500	13°00	38.43	29.06

GOLFE DU LION

335 Lat. 41°52 N, Long. 4°59 E, sonde 2 280 m				
29 VI 15 h	5	20°25	38.27	27.20
	10	19°54	38.26	27.39
	20	18°10	38.25	27.75
	30	17°05	38.24	28.00
	50	15°74	38.25	28.33
	75	13°60	38.31	28.85
	100	13°22	38.33	28.95
	200	13°00	38.42	29.06
	300	13°09	38.41	29.03
	400	12°97	38.41	29.06
	500	12°92	38.41	29.07
	600	12°92	38.43	29.08
	700	12°93	38.39	29.05
	800	12°95	38.34	29.01
	900	12°95	38.33	29.01
	1 000	12°90	38.39	29.06
	1 100	12°88	38.44	29.10
	1 200	12°92	38.44	29.09
	1 500	12°97	38.44	29.08
	1 800	13°04	38.44	29.06
336 Lat. 41°50 N, Long. 4°40 E, sonde 2 400 m				
29 VI 18 h 02	5	20°33	38.30	27.21
	10	19°63	38.29	27.39
	20	18°27	38.28	27.73
	30	16°88	38.30	28.09
	40	15°53	38.32	28.43
	50	14°33	38.35	28.72
	75	13°04	38.41	29.05
	100	12°96	38.37	29.02
	200	13°05	38.43	29.05
	300	13°01	38.46	29.09
	400	12°96	38.46	29.10
	500	12°97	38.46	29.10
337 Lat. 42°05 N, Long. 4°22 E, sonde 2 200 m				
29 VI 20 h 23	5	18°82	38.15	27.49
	10	18°31	38.16	27.60
	20	17°29	38.19	27.91
	30	16°52	38.22	28.12
"	40	16°00	38.25	28.27
	50	15°47	38.28	28.41
	75	13°71	38.28	28.80
	100	13°10	38.35	28.99
	200	12°99	38.44	29.07
	300	12°98	38.47	29.10
	400	12°96	38.47	29.10
	500	12°94	38.48	29.12
	600?	12°92	38.48	29.12
	700?	12°90	38.48	29.12
	800?	12°91	38.48	29.12
	900?	12°92	38.48	29.12
	1 000?	12°94	38.48	29.11
	1 100?	12°95	38.48	29.11
	1 200?	12°96	38.48	29.11
	1 500?	12°89	38.47	29.12
	2 000?	12°97	38.47	29.10
338 Lat. 42°12 N, Long. 4°01,5 E, sonde 1 840 m				
30 VI 0 h 20	5	20°51	38.03	26.95
	10	19°32	38.08	27.31
	20	17°02	38.19	27.97
	30	15°24	38.27	28.46
	40	14°01	38.35	28.79
	50	13°38	38.40	28.97
	75	13°15	38.41	29.02
	100	12°98	38.47	29.10
	200	13°00	38.48	29.10
	300	12°95	38.48	29.11
	400	12°89	38.48	29.13
	500	12°94	38.48	29.32
339 Lat. 42°14 N, Long. 3°44,5 E, sonde 1 320 m				
30 VI 2 h 35	5	21°03	37.16	26.15
	10	20°49	37.40	26.47
"	20	19°37	37.80	27.08
	30	17°80	38.04	27.67
	40	15°70	38.11	28.22
	50	13°58	38.21	28.77
	75	13°12	38.22	28.89
	100	13°04	38.31	28.97
	200	13°05	38.34	29.06
	300	13°07	38.40	29.03
	400	13°03	38.39	29.03
	500	12°99	38.39	29.04
	600	12°98	38.39	29.04

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
	700	12°98	38.39	29.04
	800	12°94	38.39	29.05
	900	12°91	38.39	29.05
	1 000	12°98	38.39	29.04
	1 100	12°94	38.37	29.03
	1 200	13°00	38.35	29.00
340 Lat. 42°19,5 N, Long. 3°25,5 E, sonde 400 m				
30 VI	5	19°83	37.10	26.43
5 h 28	10	19°20	37.36	26.79
	20	17°96	37.89	27.51
	30	16°32	38.13	28.10
	40	15°14	38.08	28.33
	50	13°78	38.03	28.59
	75	13°07	38.11	28.80
	100	13°06	38.12	28.81
	200	12°95	38.14	28.84
	300	13°07	37.86	28.62
	350	13°14	37.84	28.58
341 Lat. 42°33,2 N, Long. 3°18,2 E, sonde 90 m				
30 VI	5	19°62	37.69	26.92
7 h 30	10	18°44	37.70	27.24
	20	17°32	37.73	27.54
	30	16°08	37.84	27.93
	40	15°18	38.00	28.25
	50	14°13	38.22	28.67
	75	13°09	38.12	28.80
342 Lat. 42°46,8 N, Long. 3°09,5 E, sonde 49 m				
1 VII	5	20°33	37.15	26.27
19 h 35	10	19°45	37.28	26.66
	20	17°14	37.53	27.43
	30	15°55	37.73	27.96
	40	14°41	37.88	28.34
343 Lat. 43°07,5 N, Long. 3°22,2 E, sonde 40 m				
1 VII	5	20°55	37.16	26.30
22 h 44	10	19°28	37.26	26.68
	20	18°17	37.46	27.13
	30	16°35	37.65	27.72
	40	14°94	37.84	28.19
344 Lat. 42°51,6 N, Long. 3°31 E, sonde 95 m				
2 VII	5	21°33	37.45	26.28
1 h 10	10	20°48	37.52	26.57
	20	18°72	37.67	27.15
	30	17°15	37.77	27.62
	40	15°76	37.82	27.99
	50	14°37	37.87	28.34
	75	13°36	38.14	28.77
345 Lat. 42°35 N, Long. 3°41 E, sonde 380 m				
2 VII	5	21°78	36.64	25.55
3 h 37	10	20°95	37.03	26.08
	20	19°24	37.50	26.88
	30	17°42	37.77	27.55
	40	15°80	37.94	28.06
	50	14°17	38.01	28.49
	75	13°49	38.06	28.68
	100	13°26	38.10	28.76
	200	12°97	38.19	28.89
	300	13°10	38.35	28.99

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
346 Lat. 42°26,5 N, Long. 4°11 E, sonde 1 420 m				
2 VII	5	20°19	38.08	27.08
7 h 30	10	19°54	38.08	27.25
	20	18°25	38.08	27.58
	30	17°00	38.11	27.91
	40	15°80	38.17	28.24
	50	14°C0	38.22	28.57
	75	13°05	38.40	29.03
	100	13°02	38.39	29.03
	200	12°93	38.43	29.08
	300	12°93	38.45	29.10
	400	12°94	38.42	29.08
	500	12°94	38.40	29.06
	600	12°94	38.38	29.04
	700	12°94	38.38	29.04
	800	12°93	38.40	29.06
	900	12°92	38.41	29.07
	1 000	12°92	38.43	29.08
	1 100	12°92	38.41	29.07
	1 200	12°93	38.40	29.06
	1 300	12°97	38.38	29.03
347 Lat. 42°45,1 N, Long. 3°59,8 E, sonde 410 m				
2 VII	5	21°21	35.61	24.92
10 h 35	10	20°14	36.20	25.66
	20	18°06	37.83	27.44
	25	17°51	37.87	27.61
	30	16°95	37.90	27.76
	40	15°85	37.98	28.09
	50	14°73	38.03	28.39
	75	13°60	38.06	28.66
	100	13°32	38.09	28.74
	200	13°08	38.25	28.91
	300	13°06	38.46	29.08
	400	13°12	38.47	29.07
348 Lat. 43°03,8 N, Long. 3°50 E, sonde 95 m				
2 VII	5	21°70	37.43	26.17
14 h 35	10	20°48	37.47	26.53
	20	17°86	37.56	27.28
	30	16°16	37.66	27.78
	40	15°40	37.78	28.04
	50	14°65	37.91	28.31
	75	13°56	38.09	28.69
349 Lat. 43°17,4 N, Long. 3°44 E, sonde 40 m				
2 VII	5	22°70	36.11	24.88
19 h 04	10	21°14	36.52	25.63
	20	17°76	37.35	27.15
	30	15°32	37.91	28.16
350 Lat. 43°22,5 N, Long. 3°59,6 E, sonde 35 m				
2 VII	5	22°85	36.91	25.72
21 h 10	10	18°10	37.12	26.89
	20	16°62	37.53	27.56
	25	15°85	37.74	27.90
	30	15°11	37.95	28.24
351 Lat. 43°12,3 N, Long. 4°07,8 E, sonde 95 m				
2 VII	5	22°84	36.22	24.92
23 h 20	10	19°20	36.60	26.21
	20	18°21	37.32	27.02
	30	17°13	37.74	27.60
	40	15°94	37.85	27.97
	50	14°78	37.97	28.33
	75	13°61	38.11	28.69

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
352 Lat. 40°53 N, Long. 4°18 E, sonde 130 m				
3 VII 2 h 23	5	22°52	34.61	23.80
	10	20°33	35.37	24.98
	20	18°47	36.98	26.68
	30	16°94	37.87	27.75
	40	15°72	37.92	28.72
	50	14°55	38.03	28.45
	75	13°60	38.10	28.69
	100	13°38	38.12	28.74
353 Lat. 42°34 N, Long. 4°18 E, sonde 1 600 m				
3 VII 5 h 02	5	22°15	38.13	26.57
	10	21°03	38.13	26.88
	20	18°40	38.13	27.38
	25	17°00	38.13	27.93
	30	16°60	38.15	28.05
	40	15°79	38.20	28.27
	50	14°61	38.26	28.59
	75	13°04	38.39	29.03
	100	13°22	38.39	28.99
	200	13°02	38.46	29.09
	300	12°96	38.49	29.13
	400	12°96	38.45	29.09
	500	12°94	38.42	29.08
	600	12°96	38.44	29.08
	700	12°96	38.46	29.10
	800	12°95	38.44	29.08
	900	12°94	38.42	29.08
	1 000	12°92	38.41	29.07
	1 100	12°92	38.40	29.06
	1 200	12°92	38.40	29.06
	1 300	12°95	38.41	29.06
	1 400	12°98	38.42	29.07
	1 500	13°00	38.44	29.07
354 Lat. 42°16 N, Long. 4°35 E, sonde 2 200 m				
3 VII 8 h 30	5	22°50	38.15	26.49
	10	21°08	38.15	26.89
	20	18°18	38.16	27.66
	30	16°38	38.17	28.11
	40	15°80	38.20	28.26
	50	15°12	38.23	28.45
	75	13°34	38.34	28.93
	100	12°98	38.39	29.04
	200	13°00	38.47	29.09
	300	12°94	38.46	29.11
	400	12°92	38.46	29.11
	500	12°92	38.45	29.10
	600	12°95	38.43	29.07
	700	12°96	38.43	29.07
	800	12°98	38.42	29.07
	900	12°99	38.42	29.06
	1 000	12°99	38.41	29.05
	1 100	12°98	38.39	29.04
	1 200	12°97	38.40	29.05
	1 300	12°96	38.41	29.06
	1 400	12°95	38.42	29.07
	1 500	12°97	38.42	29.07
	2 000	13°10	38.41	29.03
355 Lat. 42°19,5 N, Long. 4°53 E, sonde 1 880 m				
3 VII 12 h 40	5	22°67	38.16	26.44
	10	21°06	38.15	26.90
	20	17°64	38.13	27.77
	30	15°85	38.16	28.23
	40	14°80	38.25	28.54
	50	13°97	38.30	28.76
	75	13°17	38.30	28.93
	100	12°99	38.34	29.00
	200	12°97	38.41	29.06
	300	12°95	38.46	29.10
	400	12°92	38.45	29.10
	500	12°91	38.44	29.09
	600	12°94	38.42	29.08
	700	12°97	38.40	29.05
	800	12°98	38.39	29.04
	900	12°98	38.39	29.04
	1 000	12°98	38.39	29.04
	1 100	12°99	38.40	29.05
	1 200	12°99	38.41	29.06
	1 300	12°94	38.41	29.07
	1 400	12°92	38.40	29.06
	1 500	12°94	38.40	29.06
	1 700	13°02	38.39	29.03
356 Lat. 42°36,5 N, Long. 4°50 E, sonde 1 460 m				
3 VII 16 h 10	5	23°12	37.84	26.07
	10	21°64	37.91	26.55
	20	18°36	38.05	27.53
	30	16°14	38.16	28.16
	40	14°72	38.25	28.56
	50	13°37	38.33	28.92
	75	13°12	38.41	29.03
	100	13°11	38.44	29.05
	200	13°16	38.46	29.06
	300	13°10	38.44	29.05
	400	13°07	38.43	29.05
	500	13°04	38.42	29.05
	600	13°00	38.40	29.04
	700	12°97	38.40	29.05
	800	12°95	38.39	29.05
	900	12°93	38.39	29.05
	1 000	12°94	38.40	29.06
	1 100	12°96	38.41	29.06
	1 200	12°99	38.42	29.06
357 Lat. 42°55,4 N, Long. 4°44 E, sonde 120 m				
3 VII 19 h 25	5	23°15	35.61	24.37
	10	22°16	36.11	25.03
	20	19°95	37.18	26.45
	30	17°95	37.80	27.44
	40	16°06	38.25	28.25
	50	14°20	38.63	28.50
	75	13°63	38.12	28.65
	100	13°34	38.07	28.71
358 Lat. 43°13,8 N, Long. 4°31,9 E, sonde 58 m.				
3 VII 22 h 05	5	22°50	35.74	24.65
	10	21°32	36.24	25.36
	20	18°75	37.28	26.84
	30	16°41	37.84	27.86
	40	15°42	37.86	28.10
	50	14°01	37.89	28.43
359 Lat. 43°20,2 N, Long. 4°30 E, sonde 25 m				
3 VII 23 h 05	5	22°82	35.85	24.65
	10	19°49	36.51	26.06
	20	16°61	37.79	27.77

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
360 Lat. 43°15,2 N, Long. 4°54,2 E, sonde 95 m				
3 VII 1 h 40	5	19°50	36.27	25.88
	10	17°93	36.46	26.42
	20	16°25	36.85	27.13
	25	15°42	37.04	27.47
	30	15°16	37.24	27.68
	40	14°63	37.62	28.09
	50	14°10	38.01	28.50
	75	13°54	38.08	28.68
	90	13°20	38.12	28.78
361 Lat. 43°01 N, Long. 5°03 E, sonde 440 m				
3 VII 4 h 10	5	21°18	37.63	26.46
	10	20°02	37.70	26.83
	20	17°70	37.84	27.54
	30	16°60	37.95	28.04
	40	15°00	38.03	28.32
	50	14°00	38.06	28.57
	75	13°56	38.07	28.67
	100	13°56	38.17	28.74
	200	13°08	38.26	28.92
	300	13°08	38.34	28.98
	400	13°18	38.45	29.05
362 Lat. 42°58,1 N, Long. 5°31,3 E, sonde 1 240 m				
3 VII 7 h 35	5	21°18	37.75	26.56
	10	19°93	37.80	26.93
	20	17°40	37.91	27.65
	30	15°55	37.97	28.15
	40	14°40	37.98	28.42
	50	13°48	38.01	28.64
	75	13°32	38.16	28.79
	100	13°08	38.21	28.87
	200	13°12	38.40	29.02
	300	13°08	38.46	29.08
	400	13°13	38.47	29.07
	500	13°14	38.47	29.06
	600	13°10	38.45	29.06
	700	13°05	38.44	29.06
	800	13°00	38.43	29.06
	900	12°98	38.43	29.07
	1 000	13°02	38.44	29.07
364 Lat. 43°00 N, Long. 5°52 E, sonde 540 m				
4 VII 15 h 17	5	21°69	37.83	26.47
	10	20°38	37.80	26.81
	20	17°62	37.75	27.50
	30	15°89	37.78	27.93
	40	15°18	37.81	28.11
	50	14°49	38.01	28.42
	75	14°08	38.10	28.59
	100	13°64	38.09	28.67
	200	13°12	38.34	28.97
	300	13°20	38.40	29.00
	400	13°21	néant	—
	500	13°23	»	—
365 Lat. 43°00,7 N, Long. 6°04,3 E, sonde 104 m				
4 VII 17 h 23	5	23°67	37.66	25.78
	10	22°15	37.72	26.26
	20	19°02	37.84	27.21
	30	16°86	37.92	27.80
	40	14°74	38.02	28.37
	50	14°49	38.03	28.44
	75	13°94	38.07	28.59
	90	13°60	38.09	28.68

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
366 Lat. 42°54,7 N, Long. 5°57,3 E, sonde 2 080 m				
4 VII 19 h 10	5	24°50	37.67	25.53
	10	22°30	37.76	26.24
	20	17°74	37.93	27.59
	30	15°16	38.00	28.26
	40	14°32	38.02	28.47
	50	14°26	38.04	28.50
	75	13°88	38.13	28.65
	100	13°64	38.02	28.61
	200	13°03	38.22	28.90
	300	13°19	38.35	28.97
	400	13°21	38.41	29.01
	500	13°22	38.46	29.05
	600	13°18	38.45	29.05
	700	13°14	38.43	29.03
	800	13°11	38.41	29.03
	900	13°08	38.39	29.02
	1 000	13°06	38.38	29.01
	1 100	13°11	38.42	29.04
	1 200	13°14	38.45	29.05
	1 300	13°08	38.45	29.07
	1 400	13°01	38.44	29.07
	1 500	12°96	38.44	29.08
	1 800	13°04	38.38	29.02
367 Lat. 42°39,5 N, Long. 5°41 E, sonde 2 270 m				
4 VII 14 h 25	5	22°55	37.78	26.19
	10	20°94	37.99	26.73
	20	17°72	38.07	27.71
	30	15°28	38.16	28.36
	40	14°36	38.14	28.55
	50	13°23	38.11	28.77
	75	13°08	38.26	28.92
	100	13°01	38.31	28.97
	200	13°08	38.42	29.05
	300	13°09	38.54	29.13
	400	13°04	38.45	29.07
	500	13°00	38.47	29.09
	600	12°96	38.47	29.10
	700	12°92	38.48	29.12
	800	12°95	38.46	29.10
	900	12°98	38.45	29.09
	1 000	13°00	38.43	29.06
	1 100	13°00	38.43	29.06
	1 200	12°99	38.43	29.06
	1 300	13°01	38.42	29.06
	1 400	13°02	38.42	29.06
	1 500	13°02	38.41	29.05
	2 000	13°04	38.40	29.03
368 Lat. 40°24 N, Long. 5°24 E, sonde 2 220 m				
4 VII 3 h 10	5	22°70	38.13	26.41
	10	21°32	38.14	26.80
	20	18°34	38.17	27.62
	30	16°10	38.18	28.17
	40	14°70	38.18	28.51
	50	13°34	38.17	28.79
	75	13°13	38.35	28.98
	100	13°11	38.40	29.02
	200	13°18	38.50	29.08
	300	13°14	38.47	29.06
	400	13°08	38.47	29.08
	500	13°02	38.47	29.09
	600	13°00	38.43	29.06
	700	12°98	38.39	29.04
	800	13°00	38.41	29.05
	900	13°02	38.43	29.06

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
	1 000	13°04	38.43	29.05
	1 100	13°03	38.38	29.02
	1 200	13°02	38.34	28.99
	1 300	13°04	38.37	29.01
	1 400	13°04	38.40	29.04
	1 500	13°04	38.42	29.05
	2 000	13°10	38.44	29.05
369 Lat. 42°42 N, Long. 5°14 E, sonde 1 920 m				
4 VII 6 h 22	5	21°07	37.94	26.72
	10	20°14	37.98	27.01
	20	18°28	38.07	27.56
	30	16°65	38.15	28.04
	40	15°31	38.22	28.40
	50	13°97	38.27	28.73
	75	13°12	38.39	29.01
	100	13°12	38.41	29.03
	200	13°10	38.46	29.07
	300	12°98	38.46	29.10
	400	12°96	38.42	29.07
	500	12°94	38.39	29.05
	600	12°96	38.37	29.02
	700	12°98	38.36	29.01
	800	12°99	38.37	29.02
	900	13°00	38.38	29.02
	1 000	13°00	38.39	29.03
	1 100	13°02	38.39	29.03
	1 200	13°04	38.40	29.04
	1 300	13°00	38.40	29.04
	1 400	12°95	38.39	29.05
	1 500	12°92	38.39	29.05
	1 700	13°04	38.39	29.03
370 Lat. 43°04,5 N, Long. 5°24,8 E, sonde 104 m				
5 VII 10 h 15	5	23°44	37.61	25.80
	10	21°74	37.70	26.36
	20	17°90	37.88	27.52

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
	30	15°57	37.98	28.16
	40	14°84	38.00	28.33
	50	14°10	38.03	28.52
	75	13°68	38.13	28.69
	100	13°24	38.06	28.74
371 Lat. 43°02,9 N, Long. 5°27,1 E, sonde 1 180 m				
5 VII 11 h 45	5	20°00	37.75	26.88
	10	19°00	37.82	27.19
	20	16°84	37.93	27.81
	30	15°36	38.00	28.21
	40	14°52	38.02	28.42
	50	13°71	38.03	28.61
	75	13°51	38.14	28.74
	100	13°27	38.10	28.76
	200	13°10	38.16	28.83
	300	13°16	38.36	28.76
	400	13°17	38.45	28.84
	500	13°16	38.46	28.85
	600	13°15	38.47	29.06
	700	13°10	38.43	29.04
	800	13°06	38.40	29.03
	900	13°06	38.40	29.03
	1 000	13°04	38.40	29.04
372 Lat. 43°11,5 N, Long. 5°19,2 E, sonde 82 m				
5 VII 18 h 40	5	23°70	37.64	25.74
	10	19°84	37.69	26.87
	20	18°19	37.81	27.39
	30	16°40	37.90	27.90
	40	15°71	37.97	28.11
	50	14°59	38.04	28.42
	70	13°53	38.08	28.68

CORSE

374 Lat. 42°59,5 N, Long. 9°38,2 E, sonde 345 m				
15 VII 15 h 10	5	23°55	37.97	26.04
	10	23°57	37.96	26.04
	20	22°93	37.92	26.18
	30	20°91	37.95	26.79
	50	16°62	38.03	27.95
	75	14°50	38.07	28.47
	100	14°08	38.08	28.57
	200	13°47	38.17	28.76
	300	13°40	38.25	28.85
375 Lat. 43°00,9 N, Long. 9°46 E, sonde 107/93 m				
15 VII 16 h 35	5	22°89	37.95	26.23
	10	22°69	37.94	26.26
	20	21°80	37.93	26.23
	30	20°36	37.95	26.94
	50	16°29	38.06	28.05
377 Lat. 42°58 N, Long. 9°30,8 E, sonde 58 m				
15 VII 23 h 20	5	22°44	37.84	26.27
	10	22°48	37.84	26.26
	20	22°56	37.83	26.23
	30	21°40	néant	—
	50	16°06	»	—

379 Lat. 42°34,8 N, Long. 10°01 E, sonde 95 m				
16 VII 12 h 02	5	24°61	38.08	25.81
	10	24°56	38.09	25.83
	20	24°45	38.10	25.87
	30	21°82	38.11	26.65
	50	17°28	38.14	27.87
	75	15°00	38.22	28.47
380 Lat. 42°33,5 N, Long. 9°50,5 E, sonde 620 m				
16 VII 13 h 36	5	24°15	38.06	25.94
	10	24°05	38.03	25.94
	20	22°85	37.99	26.26
	30	21°02	38.00	26.79
	50	15°94	38.15	28.20
	75	14°75	38.15	28.48
	100	13°98	38.24	28.71
	200	13°58	38.49	29.00
	300	13°53	38.60	29.09
	400	13°51	38.59	29.09
	500	13°54	38.58	29.07

Station Date Heure	Profond. (m)	Temp. (° C)	Salin. ‰	σ_t
381 Lat. 42°31,9 N, Long. 9°38,3 E, sonde 97 m				
16 VII 15 h 55	5	24°49	38.03	25.81
	10	24°11	37.99	25.89
	20	23°24	37.90	26.08
	30	21°92	37.88	26.73
	50	18°11	37.97	27.54
	75	15°09	38.12	28.37
385 Lat. 42°06,6 N, Long. 9°37,4 E, sonde 98 m				
17 VII 15 h C5	5	24°68	38.06	25.78
	10	24°59	38.08	25.81
	20	21°18	38.11	26.83
	30	19°08	38.13	27.41
	50	17°10	38.13	27.91
	75	14°60	38.16	28.52
386 Lat. 42°06,6 N, Long. 9°48,6 E, sonde 660 m				
17 VII 17 h 10	5	24°03	38.10	26.00
	10	23°83	38.07	26.04
	20	19°47	38.00	27.21
	30	17°65	37.99	27.82
	50	14°71	38.02	28.38
	75	14°07	38.23	28.71
	100	13°64	38.27	28.82
	200	13°60	38.44	28.95
	300	13°58	38.54	29.03
	400	13°56	38.60	29.08
387 Lat. 42°05,9 N, Long. 10°00 E, sonde 480 m				
17 VII 19 h 10	5	23°62	38.15	26.16
	10	22°24	38.15	26.56
	20	18°76	38.15	27.51
	30	16°34	38.12	28.08
	50	14°42	38.08	28.49
	75	14°03	38.22	28.69
	100	13°64	38.28	28.82
	200	13°61	38.48	28.97
	300	13°60	38.51	29.01
	400	13°61	38.54	29.02
388 Lat. 41°40 N, Long. 9°55 E, sonde 750 m				
18 VII 3 h 48	5	21°17	38.22	26.92
	10	21°19	38.23	26.92
	20	17°08	38.23	28.00
	30	14°60	38.27	28.60
	50	13°84	38.37	28.84
	75	13°54	38.33	28.88
	100	13°57	38.28	28.83
	200	13°67	38.59	29.06
	300	13°62	38.58	29.06
	400	13°50	38.57	29.06
	500	13°50	38.57	29.06
389 Lat. 41°39,5 N, Long. 9°45 E, sonde 885 m				
18 VII 5 h 42	5	20°83	38.15	26.96
	10	19°91	38.17	27.22
	20	16°46	38.22	28.14
	30	15°08	38.26	28.49
	50	14°16	38.28	28.70
	75	13°64	38.25	28.79
	100	13°58	38.44	28.95
	200	13°72	38.55	29.01
	300	13°64	38.60	29.06
	400	13°61	38.60	29.07
	500	13°57	38.59	29.08
	600	13°50	38.58	29.08
	700	13°48	38.59	29.09
	800	13°47	38.63	29.12
390 Lat. 41°40,2 N, Long. 9°34,8 E, sonde 690 m				
18 VII 8 h 20	5	23°74	38.12	26.10
	10	22°00	38.14	26.62
	20	19°32	38.19	27.39
	30	17°13	38.21	27.96
	50	14°47	38.25	28.61
	75	13°73	38.33	28.84
	100	13°65	38.37	28.88
	200	13°56	38.48	28.99
	300	13°56	38.59	29.08
	400	13°56	38.62	29.10
	500	13°55	38.62	29.10
394 Lat. 41°40 N, Long. 9°26,8 E, sonde 90 m				
19 VII 9 h 05	5	24°45	38.12	25.88
	10	24°42	38.09	25.88
	20	22°64	38.02	26.35
	30	20°76	38.02	26.88
	50	16°85	38.13	27.97
	75	14°72	38.05	28.40
395 Lat. 41°30,5 N, Long. 9°25,7 E, sonde 84 m				
19 VII 21 h 40	5	24°24	38.10	25.94
	10	24°21	38.07	25.93
	20	22°24	38.02	26.46
	30	20°18	38.02	26.48
	50	15°65	38.10	28.23
	75	14°41	38.15	28.55
396 Lat. 41°27,7 N, Long. 9°35,4 E, sonde 330 m				
19 VII 23 h 12	5	22°46	38.19	26.53
	10	22°10	38.19	26.63
	20	17°88	38.19	27.76
	30	14°70	38.21	28.52
	50	14°04	38.26	28.72
	75	13°61	38.31	28.85
	100	13°55	38.33	28.88
	200	13°52	38.47	28.99
	300	13°58	38.51	29.01
397 Lat. 41°20,5 N, Long. 9°39,2 E, sonde 320 m				
20 VII 0 h 57	5	21°18	38.15	26.86
	10	19°40	38.28	27.44
	20	15°62	38.39	28.46
	30	14°20	38.37	28.76
	50	13°65	38.26	28.80
	75	13 54	38.28	28.83
	100	13°54	38.36	28.89
	200	13°58	38.46	28.97

TOPOGRAPHIE DYNAMIQUE ET COURANTS GENERAUX DANS LE BASSIN OCCIDENTAL DE LA MEDITERRANEE

(Golfe du Lion, Mer catalane, Mer d'Alboran et ses abords, secteur à l'est de la Corse)

par Charles ALLAIN

INTRODUCTION

L'hydrologie du Golfe du Lion, de la Mer catalane et de la Mer d'Alboran, étudiée par J. FURNESTIN (1960), d'après les observations recueillies sur le « Président-Théodore-Tissier » en juin-juillet 1957, fait apparaître des éléments nouveaux si importants, qu'il nous a paru opportun d'étudier le relief dynamique et de déterminer la circulation des courants dans ce secteur de la Méditerranée occidentale.

Ainsi que l'expose cet auteur, nous nous trouvons en présence d'eaux de natures différentes : eaux méditerranéennes, eaux d'origine atlantique, eaux fluviales dont l'opposition va créer des mouvements d'autant plus complexes que le relief du fond sera plus accentué. La connaissance de la topographie sous-marine est donc indispensable pour expliquer certains d'entre eux, notamment en Mer d'Alboran. Nous savons en effet que, d'une façon générale, un courant qui passe sur un haut-fond augmente de vitesse en s'infléchissant vers la droite sous l'effet de l'accélération de Coriolis, tandis que sa vitesse diminue au-dessus des plus grands fonds, le mouvement étant alors dévié vers la gauche. D'autre part, les eaux les plus légères se rencontrent toujours dans les zones élevées d'un relief dynamique, où elles sont animées d'un mouvement d'allure anticyclonale, tandis que les eaux denses occupent les points les plus bas en formant, par opposition avec les premières, des courants d'allure cyclonale. Nous verrons donc, pour un secteur où des eaux de régimes différents se rencontrent, les plus légères s'accumuler au-dessus des hauts-fonds et les plus denses circuler au-dessus des plus grands. Cette disposition est en rapport avec la distribution des masses, suivant le lieu et la saison, et les eaux denses pourront progresser, mélangées ou non, au-dessus des hauts-fonds, de même que les eaux plus légères pourront empiéter sur le domaine des grands fonds. Dans les deux cas, il y aura des zones d'échanges qui provoqueront généralement des mouvements verticaux, l'assimilation d'un élément par l'autre n'étant pas immédiate.

Les îles Baléares forment une importante barrière géographique sur laquelle viennent se heurter les courants du nord et du sud ; nous diviserons donc en deux parties le secteur étudié :

1° Le Golfe du Lion et la Mer catalane au nord des îles Baléares.

2° La Mer d'Alboran et ses abords au sud-ouest du bassin occidental.

Les cinq sections effectuées à l'est de la Corse feront l'objet d'un chapitre spécial.

Méthodes de calcul. Les calculs dynamiques ont été effectués à partir des mesures qui figurent en annexe de l'article de J. FURNESTIN dans ce même fascicule.

Les anomalies des hauteurs dynamiques, ΔD, ont été calculées à partir des anomalies Δst, qui corrigent, pour chaque tranche étudiée, le volume spécifique d'une eau étalon ayant une salinité de 34.85 ‰ à la température de 0° C. Ces anomalies sont données par les tables de SVERDRUP, en fonction de la densité *in situ* σ_t, et des corrections leur ont été apportées en fonction de la température, de la salinité et de la pression.

Les erreurs possibles de lecture des températures (+ ou — 5/100e de degré) et celles pouvant provenir de la détermination de la chlorinité (+ ou — 0,02 unité de chlore) entraînent sur la densité *in situ* une erreur de $1 \cdot 10^5$ avec les températures les plus basses dans ce secteur et de $2 \cdot 10^5$ avec les températures les plus hautes. Nous avons calculé qu'elles pouvaient se traduire sur les anomalies de hauteurs dynamiques par des écarts de 0,5 cm dynamique pour 100 m et de 1 cm dynamique pour 500 m.

Pour chaque station, ΔD, exprimée en centimètres dynamiques, a été calculée entre les profondeurs standard de 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 200, 300, 400 et 500 m ou décibars, jusqu'à l'isobare choisie comme niveau de référence. Nous avons en effet remarqué que les isodynamiques, présentées en coupe par rapport à la surface de 5 décibars sur des sections passant par des stations où les observations ont été effectuées à plus de 1 000 m de profondeur, étaient sensiblement parallèles au-dessous de 500 décibars et nous avons admis, bien que divers mouvements aient pu être décelés dans les coupes de température et de salinité, que les courants étaient presque nuls au-dessous de ce niveau ou de l'ordre des erreurs possibles de mesure.

Lorsque le fond se situe à moins de 500 m, nous avons adopté la méthode qui consiste à prolonger les courbes de σ_t horizontalement, à partir de leur point de rencontre avec le profil du fond.

Le sens des courants a été déterminé par la méthode de Bjerknès, en considérant le relief de la topographie dynamique et en tenant compte de l'accélération de Coriolis. Leur vitesse relative a été calculée entre plusieurs stations, en appliquant l'équation :

$$V = \frac{10\ (\Delta D_A - \Delta D_B)}{L\ 2\ \ \omega \sin \Phi}$$

Nous porterons donc dans le texte les valeurs moyennes ainsi obtenues.

Fig. 1. — *Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 5 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

TOPOGRAPHIE DYNAMIQUE ET COURANTS

I. - Le Golfe du Lion et la Mer catalane au nord des îles Baléares.

1° ***La topographie dynamique de la surface isobarique de 5 décibars*** par rapport au niveau de 500 décibars (fig. 1 et 2) met en relief dans ce secteur une crête qui s'étend du delta du Rhône au cap Creus, au-dessus des fonds de 200 m qui constituent la bordure du plateau continental ; le point le plus élevé se trouve à 25 milles à l'est de Port-Vendres.

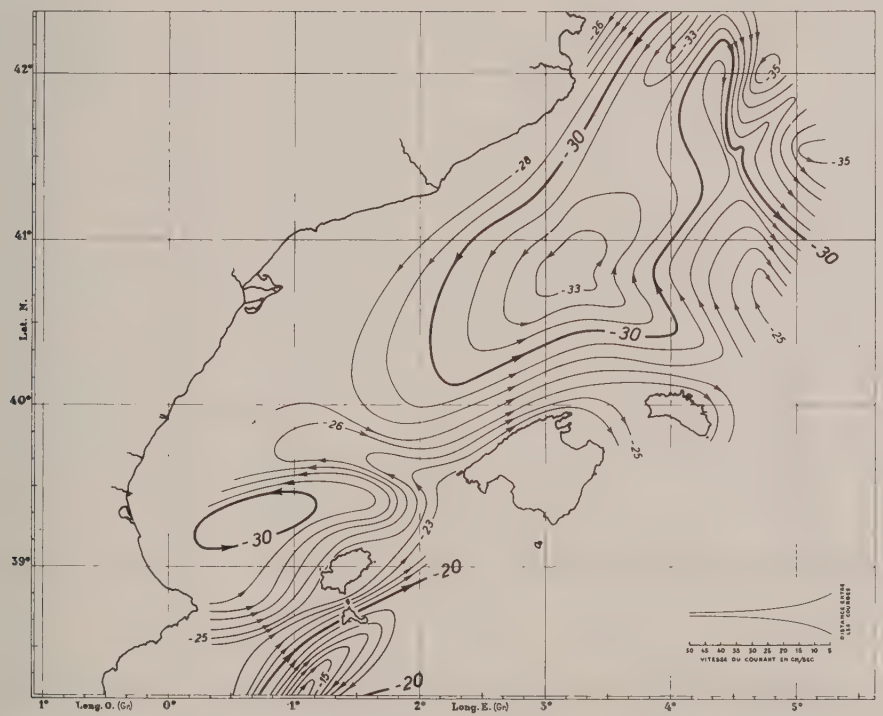

FIG. 2. — *Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 5 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

Entre les Saintes-Maries et le cap d'Agde, on remarque une cuvette dont le fond se situe à 7 milles environ au sud de Sète. Une autre dépression se forme le long de la côte du Roussillon, entre Port-Vendres et Leucate.

Au SE de cet ensemble, une large dépression dont le fond est constitué par une surface presque plane occupe toute la superficie entre le parallèle 42°40 N et le méridien 4°30 O ; elle est bordée au nord par une importante élévation qui s'appuie sur la côte provençale.

Tout le nord de la Mer catalane est constitué par une vaste dépression dont le centre se situe à 60 milles environ au nord de Majorque. Une intumescence bien marquée se distingue à l'est et au nord de Minorque. Une autre dépression enfin occupe la partie sud du golfe de Valence.

2° ***Les courants de surface.*** Nous reprendrons ici les appellations attribuées aux mouvements généraux du Golfe du Lion et de la Mer catalane par J. FURNESTIN dans son travail sur l'hydrologie.

a) *Le courant du Rhône :* la crête principale est constituée par les eaux du Rhône qui, débouchant au-dessus d'un haut-fond et rencontrant vers le sud-est une masse plus dense animée d'un mouvement d'allure cyclonale, s'infléchissent vers la droite et s'accumulent au-dessus du plateau continental. Les gradients sont orientés vers le NE et le SO et l'eau est entraînée par l'accélération de Coriolis dans un mouvement d'allure anticyclonale autour des points les plus hauts : tourbillons lorsqu'une rupture s'est produite dans la crête, courants dirigés de façon uniforme sur les versants de cette intumescence. C'est ainsi que nous observons, des Blauquières au cap Creus, un courant NE-SO, dont les eaux se mélangent dans la partie basse à celles du courant d'allure cyclonale qui descend de la côte provençale en direction de la Mer catalane. Le courant du Rhône atteint la vitesse moyenne relative de 0,34 nœud.

b) *Le contre-courant du Languedoc :* le courant du Rhône se retourne en partie autour des points les plus élevés, formant un contre-courant SO-NE qui se trouve contrarié par les dépressions situées en bordure de la côte du Roussillon et de la côte languedocienne et qui sont animées toutes deux de mouvements senestrogyres. L'origine d'eaux plus denses, dans ce secteur a été expliquée dans l'étude hydrologique : il s'agirait d'un apport d'eau méditerranéenne hivernale récente.

Le contre-courant du Languedoc, accéléré par le relèvement des fonds et resserré par la présence de tourbillons côtiers, atteint 0,58 n au N du cap Creus et au large de la côte languedocienne.

c) *Le courant de Catalogne :* ce courant, qui entraîne des eaux plus denses, absorbe la plus grande partie du courant du Rhône et une partie de la branche ouest du courant qui descend de la côte de Provence. A hauteur du cap Creus, il suit la même direction que le premier, s'infléchit progressivement vers le sud en bordant la grande dépression qui occupe presque toute la Mer catalane, au-dessus des grands fonds, puis va heurter le versant N, abrupt, des Baléares. Il atteint alors sa plus grande vitesse, 0,45 n, en amorçant un vaste mouvement tourbillonnaire d'allure cyclonale limité à l'est par la présence d'une masse d'eaux plus légères constituée par l'extrémité de l'avancée atlantique qui l'oblige à remonter vers le nord.

Nous noterons ici que ce mouvement cyclonique est déterminé par la distribution des isohalines dans ce grand déplacement, constant, vers le canal d'Ivice, mis en évidence par J. Furnestin dans l'étude hydrologique, des eaux de transition se diluant progressivement au contact de celles, moins salées, d'origine rhodanienne au NO et atlantiques au SE. La vitesse de ce déplacement, extrêmement lent, ne peut être évaluée, mais elle représente l'une des composantes dans la période ici considérée.

Dans le SO de la Mer catalane, on remarque un nouveau tourbillon d'allure cyclonale qui emplit le secteur situé entre le sud du golfe de Valence et l'île d'Ivice et qui constituerait le prolongement normal de la grande dépression catalane, s'il n'y avait débordement des eaux atlantiques par le canal de Majorque. Ce courant atteint la vitesse de 0,4 nœud. Cette particularité du fond du golfe de Valence et du secteur d'Ivice semble également due à la situation hydrologique à 100 m où la forte salinité indique une ascension des eaux profondes.

d) *La branche N du courant atlantique :* la zone élevée qui s'étend à l'est et au nord de Minorque est constituée par une avancée des eaux atlantiques dont une faible partie seulement, qui est drainée par la branche sud du tourbillon catalan, franchit le seuil. Ainsi que nous le verrons en étudiant la Mer d'Alboran et ses abords, elle est surtout alimentée par une dérivation du courant atlantique méridional. L'extrémité de cette avancée est animée d'une mouvement dextrogyre qui entraîne les eaux dans une direction SE en s'appuyant sur le tourbillon d'allure cyclonale du bassin nord.

e) *La branche NO et O du tourbillon situé au sud des côtes de Provence :* nous considérerons enfin le courant qui longe la côte provençale en direction O. Il atteint en moyenne la vitesse relative de 0,33 nœud. Les eaux mélangées, mais plus légères, qui s'accumulent le long de la côte ne semblent pas avoir une origine terrestre, les vallées qui aboutissent dans ce secteur étant peu importantes. Nous verrons donc plutôt à cet endroit un nouvel apport d'eaux atlantiques, conduit jusque-là par un courant venant de l'E ou du SE. Nous noterons que ces eaux plus légères s'accumulent au-dessus des hauts-fonds, notamment dans la rade et autour des îles d'Hyères, ainsi qu'au-dessus du banc des Blauquières à l'O duquel une vallée abrupte crée aussitôt un contre-courant. Cette brusque dénivellation, qui donne au relief dynamique un gradient très incliné (la différenc

: potentiel entre le point le plus haut et le point le plus bas, distants de 3 milles, est de 6 cm ynamiques) détermine un courant rapide autour du haut-fond, de l'ordre de 1,60 n aux endroits s plus resserrés.

La branche NO de ce tourbillon qui occupe en grande partie le nord du bassin algéro-proençal se divise en deux rameaux en rencontrant l'avancée atlantique : l'une va grossir le courant de Catalogne, l'autre contourne les eaux plus légères par l'est, poursuivant un circuit d'allure cyclonale.

3° ***Topographie dynamique et courants en profondeur.*** *La surface isobarique de 50 décibars* (fig. 3 et 4) possède un relief encore accentué. Les mêmes mouvements qu'en surface se retrouvent, mais plus atténués et plus disloqués. La crête principale présente des échancrures plus importantes qu'au niveau de 5 décibars et dans lesquelles les courants s'infléchissent en créant de nouveaux mouvements sinueux.

Les eaux du Rhône ne parviennent pas à cette profondeur et le tourbillon qui circule à une vitesse de 0,2 n entre le delta et la région du Planier est déjà constitué par des eaux de transition qui sont influencées par le mouvement rhodanien supérieur ; les mêmes eaux, isolées de leur source forment une masse qui apparaît à hauteur du 43° parallèle et s'étend jusqu'au cap Creus où se situe son sommet ; elle annonce un mouvement de plongée. J. Furnestin met en valeur cet enfoncement progressif des eaux septentrionales de faible température, par augmentation de leur densité. Le courant NE-SO, survivance du courant du Rhône par influence sus-jacente, se confond à hauteur du cap Creus avec le courant qui descend du NE après avoir longé la côte provençale et atteint la vitesse de 0,35 nœud. Le centre de la dépression que nous avions remarquée au niveau de 5 décibars à 5 milles au large de la côte languedocienne s'est déplacé vers l'est. Le courant des Blauquières est toujours aussi rapide.

En Mer catalane, l'avancée d'eaux atlantiques, toujours présente au NE de Minorque, s'est scindée en deux parties, abandonnant une masse d'eaux mélangées, animée d'un mouvement anticyclonique et annonçant une descente des eaux qui s'apparente à l'enfoncement décrit plus haut. Ce tourbillon atteint 0,6 n, celui de Catalogne n'atteint plus que 0,2 nœud.

Au niveau de 100 décibars (fig. 5 et 6), le rivage continental dans le Golfe a considérablement gagné sur la mer. Le relief dynamique est très aplani et l'eau de transition circule dans la presque totalité du bassin NO en un mouvement d'allure cyclonale. Des eaux mélangées subsistent cependant au large du Planier et dans le N de la Mer catalane marquant encore l'influence des eaux continentales et atlantiques. Les courants sont moins rapides, sauf à hauteur du cap Creus où ils conservent la même vitesse qu'à 50 m.

Au niveau de 200 décibars (fig. 7 et 8), la circulation générale est d'allure cyclonale. La masse d'eaux plus légères du nord de la Mer catalane a disparu et c'est maintenant une dépression qui occupe ce secteur créant un tourbillon d'allure cyclonale inversé par rapport au mouvement des eaux sus-jacentes et qui est *dû à l'arrivée d'eaux plus denses ayant le caractère des « eaux intermédiaires », d'origine orientale*, de Nielsen, mélangées, d'après l'étude hydrologique, à des eaux septentrionales. Le tourbillon du sud entraîne aussi des « eaux orientales » et des eaux septentrionales subsistent, dans une zone presque inanimée entre ces deux mouvements de même allure.

On remarque cependant, au sud de la presqu'île de Giens et dans l'ouest des Blauquières, deux points élevés. L'épanchement d'eaux mélangées en contact avec ces zones hautes au sud de la région du Planier aurait pour origine les eaux plus légères portées par le bord supérieur du tourbillon situées au sud des côtes provençales.

Le tourbillon cyclonal de la Mer catalane subsiste, avec une vitesse de 0,2 n, vitesse également atteinte par le nouveau tourbillon du nord. L'influence atlantique se fait toujours sentir au nord de Minorque.

La surface isobarique de 300 décibars (fig. 9 et 10), presque plane, n'est plus animée que d'un très faible mouvement cyclonal ne dépassant pas 0,1 nœud. Les « eaux orientales » qui proviennent du NE occupent presque toute la Mer catalane. Deux points hauts subsistent encore au sud du Planier et de la presqu'île de Giens, déterminant de légers mouvements dextrogyres.

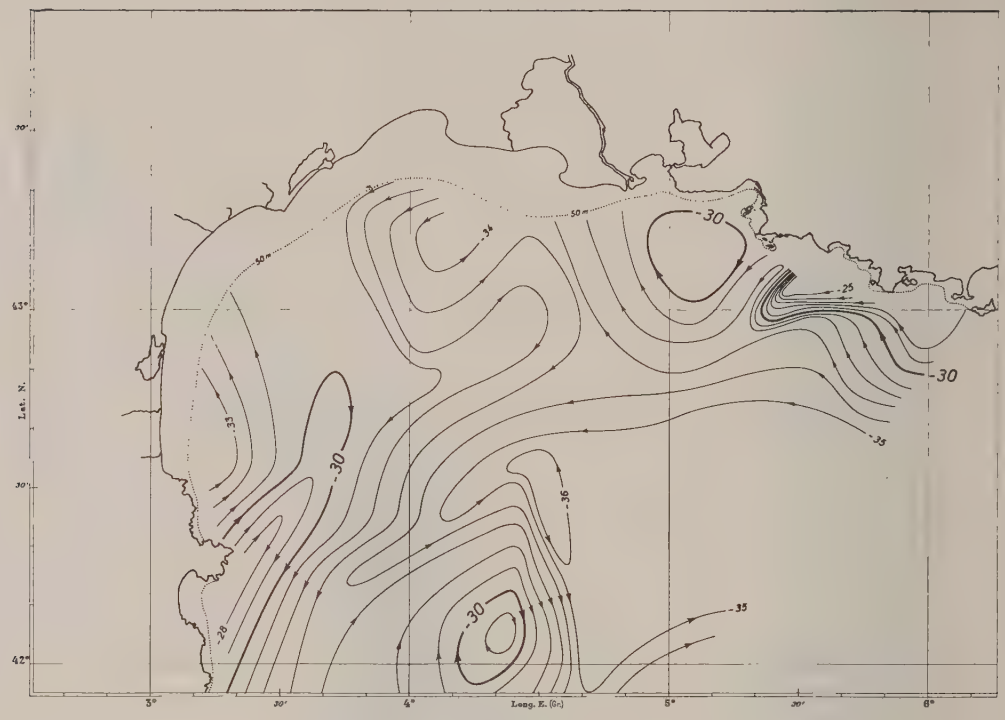

FIG. 3. — *Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 50 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

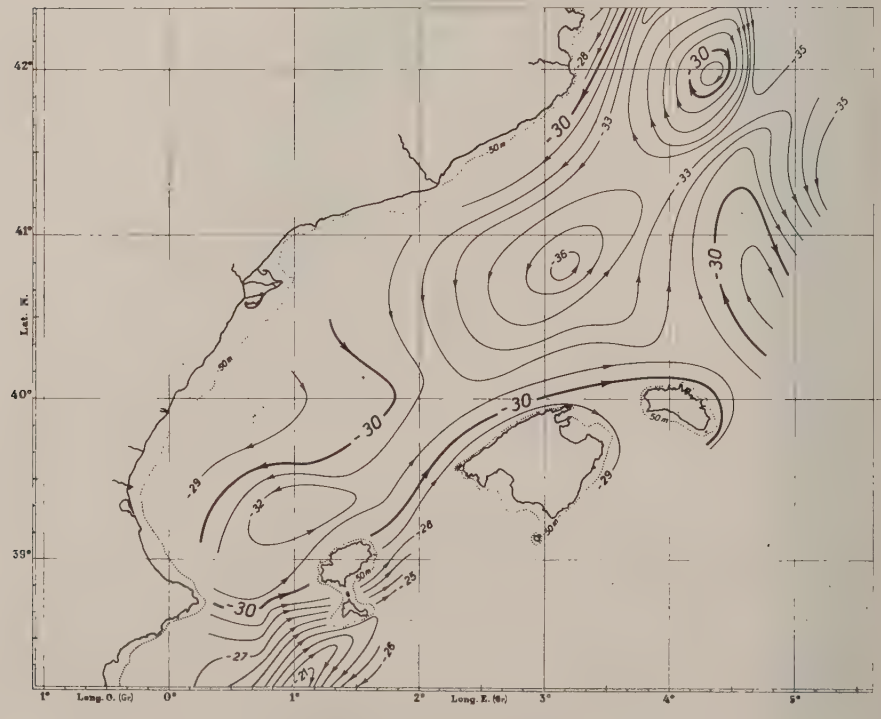

FIG. 4. — *Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 50 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

FIG. 5. — *Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 100 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

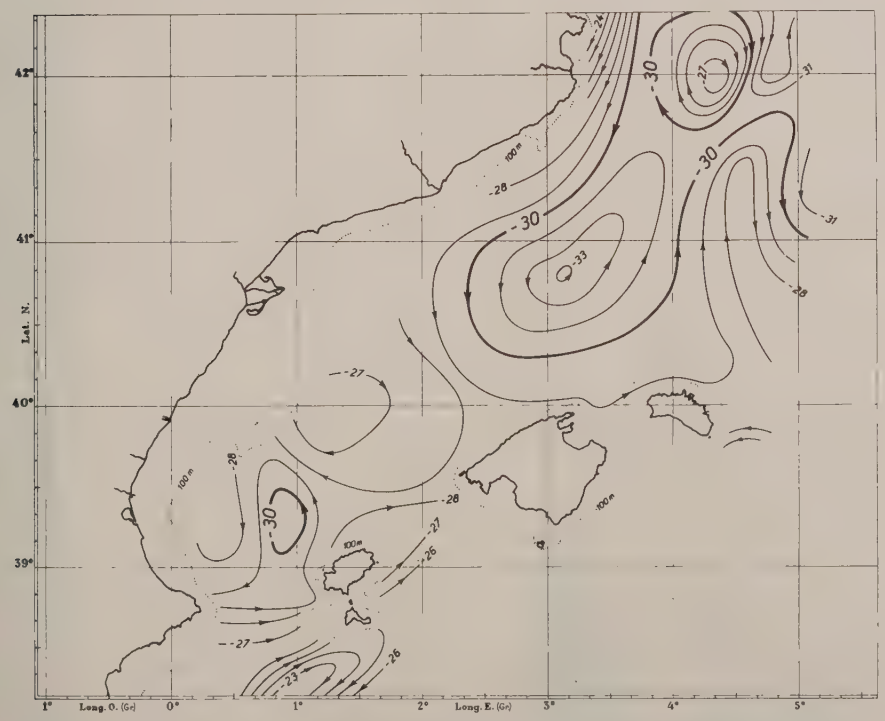

FIG. 6. — *Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 100 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

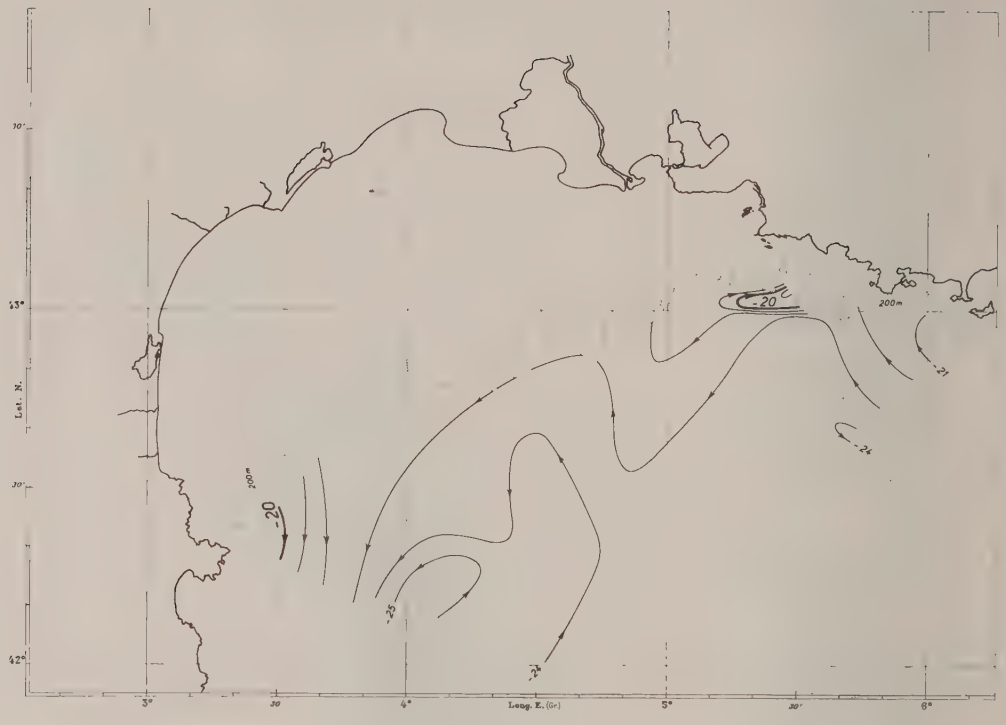

FIG. 7. — *Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 200 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

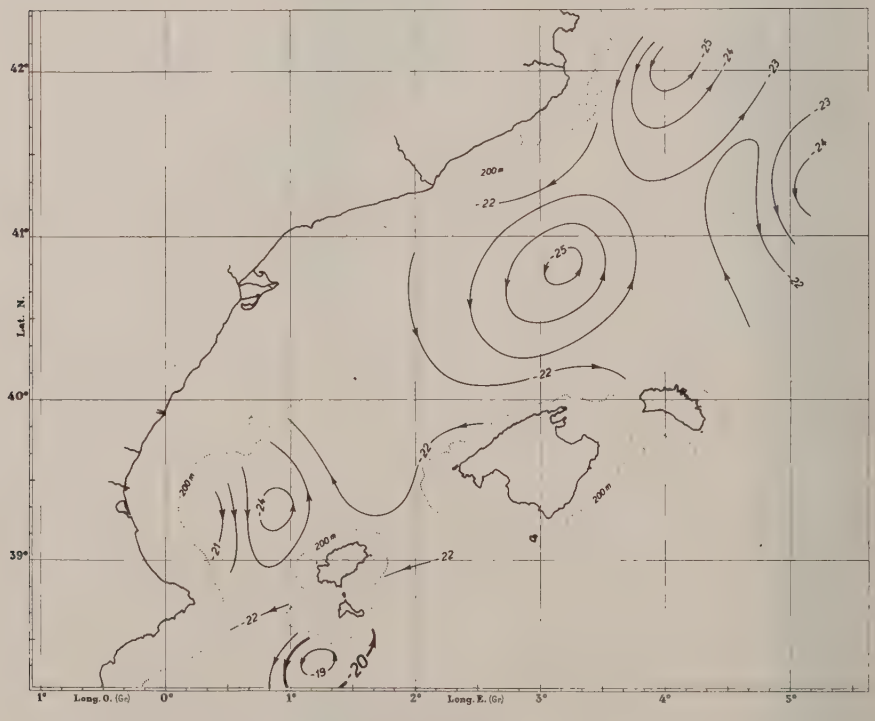

FIG. 8. — *Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 200 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

FIG. 9. — *Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 300 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

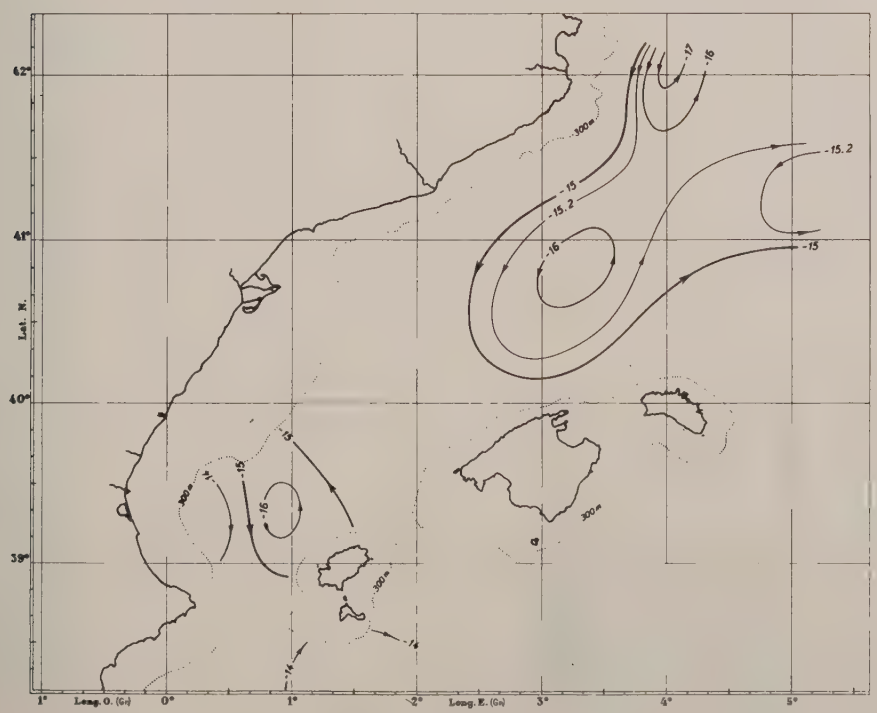

FIG. 10. — *Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 300 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

Au niveau de 400 décibars, la circulation est presque nulle et on ne distingue plus qu'un seul courant d'allure cyclonale sur la périphérie du bassin NO.

4° ***Coupe verticale des vitesses de Minorque aux îles d'Hyères*** (stations 322 à 366) (fig. 11). Nous avons établi la coupe verticale des vitesses correspondant aux stations situées les plus à l'est du secteur étudié, de Minorque à la côte provençale. La partie sud de cette coupe correspond

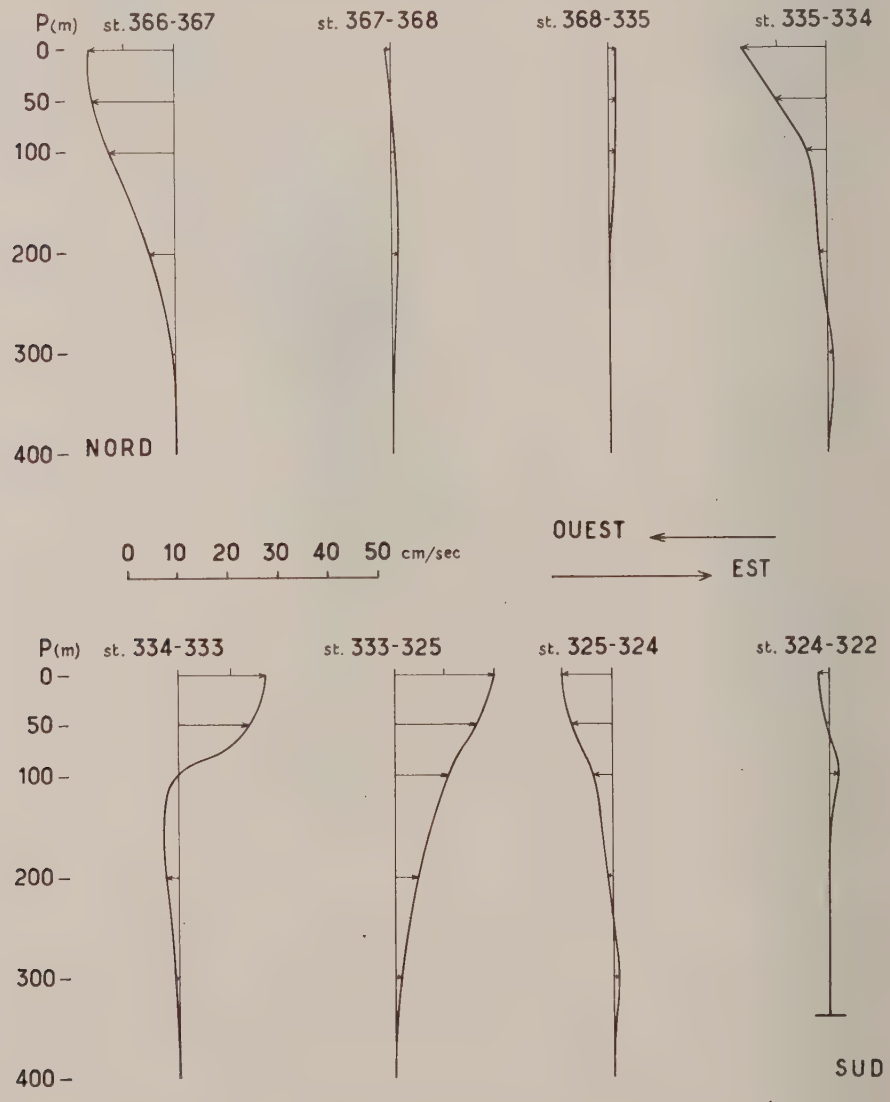

Fig. 11. — *Coupe verticale figurant les vitesses des courants, de la côte provençale à Minorque.*

à la section hydrologique C1 (Furnestin, 1960). Nous avons conservé comme niveau de référence celui de 400 m où nous estimons que les courants deviennent presque nuls et nous nous sommes abstenus de calculer les débits échangés, nos données jusqu'au fond étant incomplètes. Seules ont été étudiées les composantes est et ouest.

Le tracé de la coupe 327-326 est assez irrégulier, mais permet d'observer superficiellement en partant du S, un faible mouvement vers l'O, devenant plus intense entre les stations 324-325, un courant portant vers l'E jusqu'à la station 334, puis un nouveau mouvement vers l'O. Tout le secteur compris entre la station 335 et la station 367 n'est animé que d'un mouvement très lent, portant à l'E dans le sud, à l'O dans le nord. Aux abords de la côte provençale, le courant vers l'O devient plus rapide et atteint 17cm/seconde.

Le caractère tourbillonnaire des eaux est mis en évidence par cette coupe, où les mouvements de surface sont plutôt d'allure cyclonique. L'excès de flux vers l'ouest du courant provençal n'est compensé par un flux vers l'est qu'à hauteur des stations 325-333, ce qui indique un long circuit cyclonique en Mer catalane. Une certaine masse d'eau se retrouve cependant à hauteur des stations 335-368, marquant une divergence à caractère ascensionnel. La couche intermédiaire constituée par des eaux très denses suit ces mouvements superficiels, sauf à hauteur des stations 333-334 où elle déforme et inverse le mouvement anticyclonique d'influence atlantique.

Le léger mouvement de retour que l'on décèle à hauteur de la station 367 indique la remontée des « eaux orientales » jusqu'à la profondeur de 200 m dans cette zone à peine animée qui se situe entre le courant, intense, qui porte à l'ouest le long de la côte provençale et l'extrémité de l'avancée atlantique au NE des Baléares.

II. - La Mer d'Alboran et ses abords au SO du bassin occidental de la Méditerranée.

Si l'apport, dans le Golfe du Lion, des eaux du Rhône, détermine d'importants courants généraux, combien plus considérable est le phénomène qui, engendré par les eaux atlantiques, brusquement mises en contact avec les eaux méditerranéennes, met en mouvement la totalité du bras de mer compris entre la côte sud de l'Espagne et le rivage nord-africain. Ce flux énorme va déboucher dans le bassin algéro-provençal et y commencer un long périple, en composant dans toute la couche supérieure des mouvements complexes à la recherche d'un équilibre jamais atteint et en chassant à contresens les eaux méditerranéennes dont une partie plonge dans les profondeurs de l'océan, après avoir franchi le détroit de Gibraltar.

Ces eaux atlantiques ne vont donc pas s'épandre de façon régulière sur les eaux méditerranéennes et nous allons voir que le relief des fonds régit la circulation jusqu'à la surface.

1° ***Aspect de la topographie du fond.*** La Mer d'Alboran proprement dite, définie par N. Menendez (1955) comme étant la partie comprise entre le détroit de Gibraltar et la ligne qui relie le cap de Gates sur la côte espagnole au cap Falcon sur la côte algérienne, est caractérisée par des fonds supérieurs à 1 000 m, limités, au sud, entre Oran et le cap des Trois Fourches, par un plateau dont le bord se relève aux bancs des Câbliers et de l'Alidade, au nord, par quelques élévations de terrain, notamment au SE de Malaga et au SO d'Almeria (banc Chella). Un important promontoire relie le cap des Maures, sur la côte marocaine à l'île d'Alboran ; il est séparé du plateau oranien par une étroite dépression sans communication par le SO avec le secteur ouest et qui atteint 1 000 m de profondeur.

A l'E et au NE de la Mer d'Alboran, le talus côtier est peu important et les fonds dépassent 1 000 m jusqu'au seuil des Baléares.

2° ***La topographie dynamique à la surface de 5 décibars*** (fig. 12) par rapport au niveau de référence de 500 décibars fait ressortir une importante intumescence entre Ceuta et le cap des Trois Fourches, dont le point culminant se situe à 25 milles au nord d'Alhucemas, tandis qu'une dépression peu marquée occupe la partie comprise entre la baie de Malaga et l'île d'Alboran. On remarque une élévation le long de la côte espagnole entre Almeria et le cap Sacratif. Une autre masse importante s'étend devant la côte qui relie le cap des Trois Fourches à Oran, au-dessus du plateau qui occupe ce secteur ; son centre se situe au nord des îles Zaffarines.

Au NE de la Mer d'Alboran, une vaste dépression dont le centre se situe à 30 milles au sud du cap de Palos, occupe toute la largeur du bras de mer entre les côtes ibérique et algérienne. Au sud de l'île d'Ivice, on distingue un nouveau creux dont le centre se trouve à l'est du secteur étudié.

3° ***Les courants de surface.***

a) *Le courant atlantique :* les eaux atlantiques prennent, à leur sortie du détroit de Gibraltar la direction E-NE et, après avoir parcouru quelques milles s'infléchissent vers la droite en direction E, atteignant la vitesse relative de 1 nœud. Les eaux les plus légères sont rejetées vers la droite du courant et s'accumulent dans la partie SO de la Mer d'Alboran, à l'O du cap des Trois Fourches où cette masse est animée d'un mouvement anticyclonal qui atteint 1,2 n dans la branche ouest.

Le courant général, accéléré par la présence des hauts-fonds qui relient le cap des Maures à l'île d'Alboran est rejeté vers le sud, mais la brusque dépression qui existe au SE de ce seuil entraîne aussitôt les eaux en sens inverse en direction N, dans le prolongement du cap des Trois Fourches. La vitesse atteinte est alors de 1,10 nœud. En passant au-dessus des hauts-fonds qui constituent le socle de l'île d'Alboran, le courant est encore rejeté vers la droite où il atteint sa vitesse maxima, 1,35 n (cette valeur moyenne a été calculée entre deux stations, mais la disposition des courbes semble indiquer une vitesse plus grande vers le sud, à hauteur de la station 183, où elle atteindrait 1,6 à 1,7 nœud), avant de se diriger vers le N, au-dessus des grands fonds. Il s'infléchit à nouveau vers la droite en rencontrant des zones élevées devant la côte espagnole et passe au pied du cap de Gates à la vitesse de 0,60 nœud ; il est ensuite entraîné vers le sud par le grand mouvement d'allure cyclonale qui anime la dépression constituée par des eaux denses méditerranéennes, au-delà de la Mer d'Alboran.

Simultanément, une partie des eaux atlantiques s'accumulent au-dessus du plateau de Nemours où elles créent un mouvement d'allure anticyclonale dont la vitesse atteint en moyenne 0,2 nœud. Une digitation très prononcée marque l'influence du banc des Câbliers.

Le courant atlantique continue à progresser vers l'est à la vitesse moyenne de 0,60 n et, après avoir contourné la grande dépression située au sud du cap de Palos, se divise en deux branches, l'une qui se dirige vers l'est en s'écartant de la côte algérienne entre Mostaganem et Ténès, l'autre qui remonte vers le N-NE, jusqu'au seuil des Baléares et qui sera en grande partie rejetée vers le sud où elle contournera la zone cyclonique dont on remarque le lobe ouest entre les Baléares et le courant atlantique méridional. Une faible partie des eaux du courant N-NE franchit le canal d'Ivice et se trouve entraînée par le courant de Catalogne qui la rejette sur sa droite et autour des îles ; le reliquat de cet apport atlantique parvient jusqu'à l'avancée que nous avons déjà remarquée au NE de Minorque, et qui est surtout alimentée par un retour d'une branche méridionale.

b) *Contre-courants et courants secondaires :* les courants secondaires sont presque inexistants ; la plupart des mouvements que nous avons remarqués en dehors du lit du flux principal sont d'origine atlantique et il en est ainsi pour les tourbillons d'allure anticyclonale déterminés en avant des côtes du Rif et des côtes oraniennes.

Près de la côte espagnole, entre la baie d'Almeria et le cap Sacratif, une zone d'élévations, dont le banc Chella, crée, avec des eaux plus légères, un point haut animé d'un mouvement dextrogyre limité au SO par une zone de dépressions au-dessus des grands fonds où le mouvement des eaux denses sus-jacentes crée quelques remous sans pouvoir toutefois dévier le courant atlantique, trop important à cet endroit ; quelques filets d'eaux arrivent à se soustraire à l'attraction du puissant flux et forment un contre-courant qui atteint 0,30 n entre l'île d'Alboran et la baie de Malaga. Dans le golfe de Tétouan, les eaux de subsurface, nettement marquées par l'augmentation de la salinité arrivent tout juste à déformer le grand mouvement anticyclonique engendré par l'accumulation des eaux atlantiques.

Le grand tourbillon qui anime tout le bras de mer entre le cap de Palos et le cap Falcon est essentiellement constitué d'eaux denses d'origine septentrionale vers son centre, tandis que les eaux atlantiques circulent sur sa périphérie, de l'O à l'E en passant par le S. Vers son centre, le tourbillon tourne à la vitesse de 0,2 n ; la branche N atteint 0,5 nœud. Cette dépression pousse une digitation vers le N-NE, au large de la côte d'Alicante, formant un contre-courant dans cette zone.

La dépression dont on remarque la branche O entre Ivice et la côte algérienne, localise la pointe . plus occidentale d'un mouvement de grande amplitude qui oblige la branche atlantique NE à s'in-erser vers le SO. Nous y reviendrons quand nous parlerons des travaux antérieurs relatifs à ce ecteur.

4° ***Topographie dynamique et courants en profondeur.***

Sur la surface isobarique de 50 décibars (fig. 13), peu de changements interviennent et l'on ob-erve seulement une extension dans tous les sens de la masse d'eau qui se situe au-dessus du plateau e Nemours et un élargissement de la dépression entre Almeria et l'île d'Alboran.

C'est à ce niveau que l'on constate la plus grande concordance entre les isodynamiques et les ourbes de salinité, prouvant qu'ici, les phénomènes locaux qui marquent chaque élément superficiel 'influencent guère l'allure des courants généraux au-dessus de 50 m. Cette disposition des couches uperficielles de la Mer d'Alboran en festons dont les lobes sud sont constitués par des eaux atlan-ques et les lobes nord par des eaux d'influence méditerranéenne semble indiquer un caractère érenne lié à la topographie du fond et déterminé par la force de Coriolis.

Au niveau de 100 décibars (fig. 14), les eaux atlantiques sont encore franchement définies, et les rands mouvements déterminés au niveau de 5 décibars restent sensiblement les mêmes, sauf dans : secteur situé au NO de la Mer d'Alboran où les eaux denses de transition et de même caractère ue celles de la grande dépression NE, dominent et sont animées d'un mouvement d'allure cyclonale tteignant une vitesse de 0,25 nœud.

Le courant général est moins rapide : il atteint 0,50 n jusqu'à l'île d'Alboran, à l'ouest de la-uelle il est encore très resserré et où sa vitesse est de 0,80 nœud. A sa sortie du bras de mer, il limente toujours les deux branches qui gardent la même orientation qu'en surface.

Le mouvement anticyclonal qui anime la masse d'eaux légères devant la côte rifaine atteint ,6 nœud.

A la surface isobarique de 200 décibars (fig. 15) les eaux méditerranéennes occupent la plus rande partie de la Mer d'Alboran.

Seuls, subsistent des amas d'eaux très mélangées devant les côtes marocaine et oranienne ; elles ont encore animées d'un mouvement d'allure anticyclonale, assez rapide et communiquent entre elles : long de la côte ; on les retrouve aussi plus à l'O, devant la côte algérienne.

Au NO, les eaux méditerranéennes conservent toujours la même allure. Un tourbillon d'allure yclonale se remarque au sud d'Ivice : il est constitué d'eaux plus denses et semble marquer l'in-uence des « eaux orientales » subjacentes à cette profondeur. Ainsi que le fait remarquer J. Fur-estin, seul un léger maximum thermique sur la côte des Baléares, indique la présence de cette ouche entre 300 et 400/500 m.

Le courant vers l'ouest est nettement déterminé dans la partie NE de la Mer d'Alboran entraî-ant l'eau méditerranéenne qui franchit le détroit de Gibraltar.

La surface isobarique de 300 décibars (fig. 16) ne diffère guère de celle de 200 décibars dans la artie ouest. On peut encore distinguer des eaux plus légères au sud, mais elles n'ont plus d'écoule-ient vers l'est. L'eau méditerranéenne arrive jusqu'au détroit de Gibraltar à la suite de deux amples ouvements d'allure cyclonale.

Dans toute la partie est du bras de mer, du côté algérien, la faible différence que nous constatons ntre les hauteurs dynamiques des stations considérées et qui est de l'ordre des erreurs possibles de esures ne permet pas de tracer ici des isodynamiques ; toutefois, un point légèrement plus bas à auteur de la station 301 semble indiquer que l'on est toujours en présence d'un mouvement cyclo-ique indépendant du mouvement de même allure dont le centre se situe au SO du cap de Palos ; il aractérise l'arrivée d'eaux plus denses, sans doute « orientales ».

Au niveau isobarique de 400 décibars (fig. 17), la circulation est presque nulle, sauf dans le sec-eur qui se situe au SE de la côte entre le cap de Gates et le cap de Palos et où subsiste un mouve-ient cyclonique. A l'ouest du 3e degré de longitude ouest, on ne remarque plus qu'un lent mouve-ient senestrogyre. Dans la zone comprise entre le seuil qui relie le cap des Maures à l'île d'Alboran t le plateau de Nemours, le courant s'est inversé.

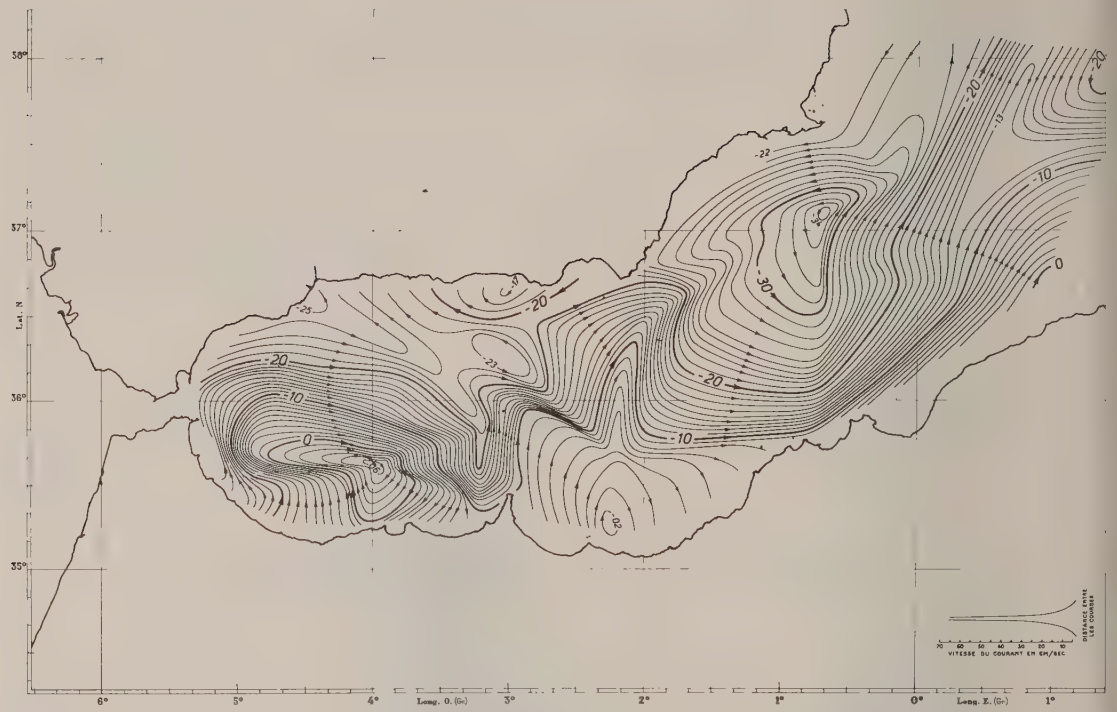

FIG. 12. — *Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants au niveau de 5 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

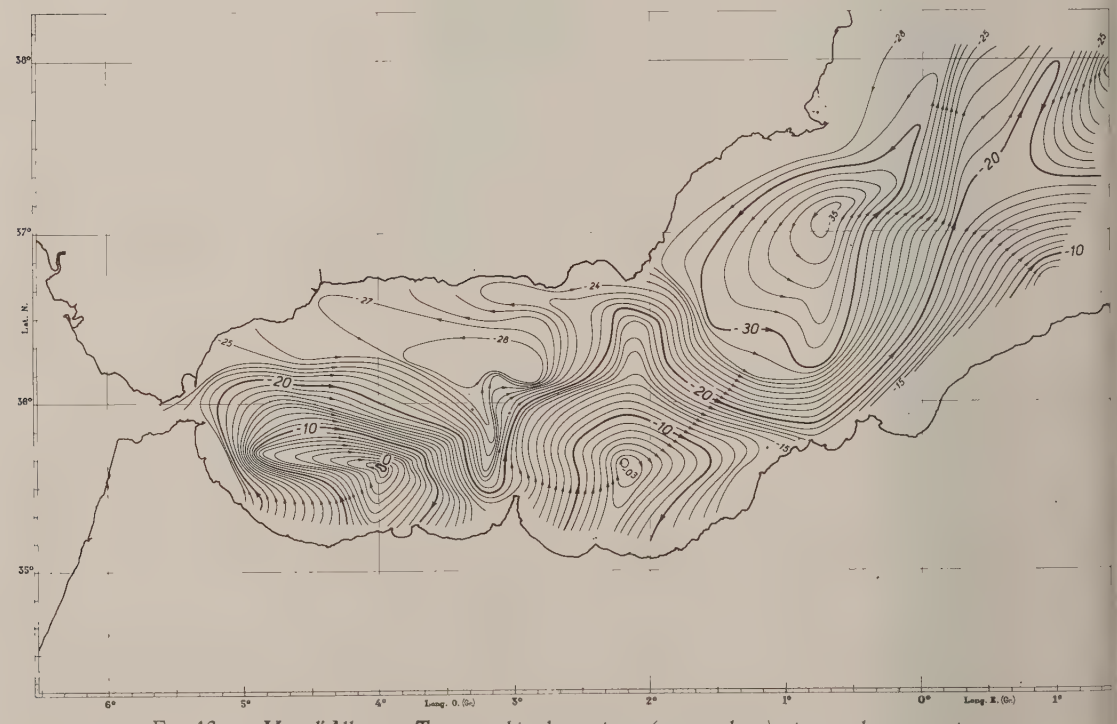

FIG. 13. — *Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 50 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

FIG. 14. — *Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 100 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

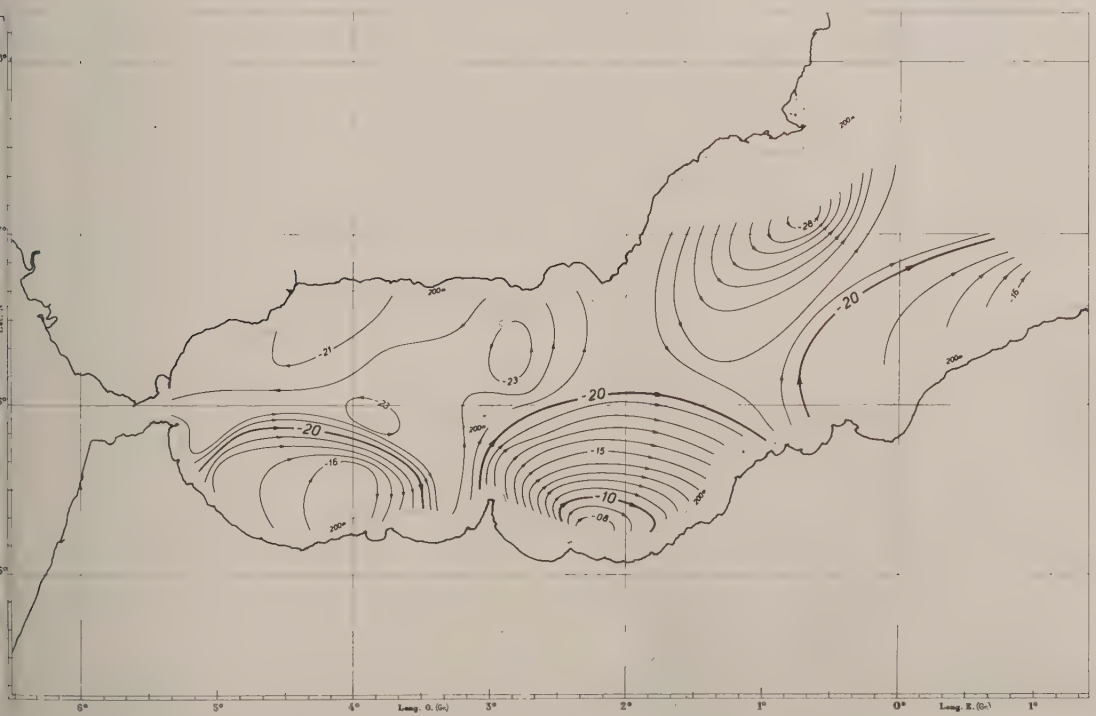

FIG. 15. — *Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 200 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

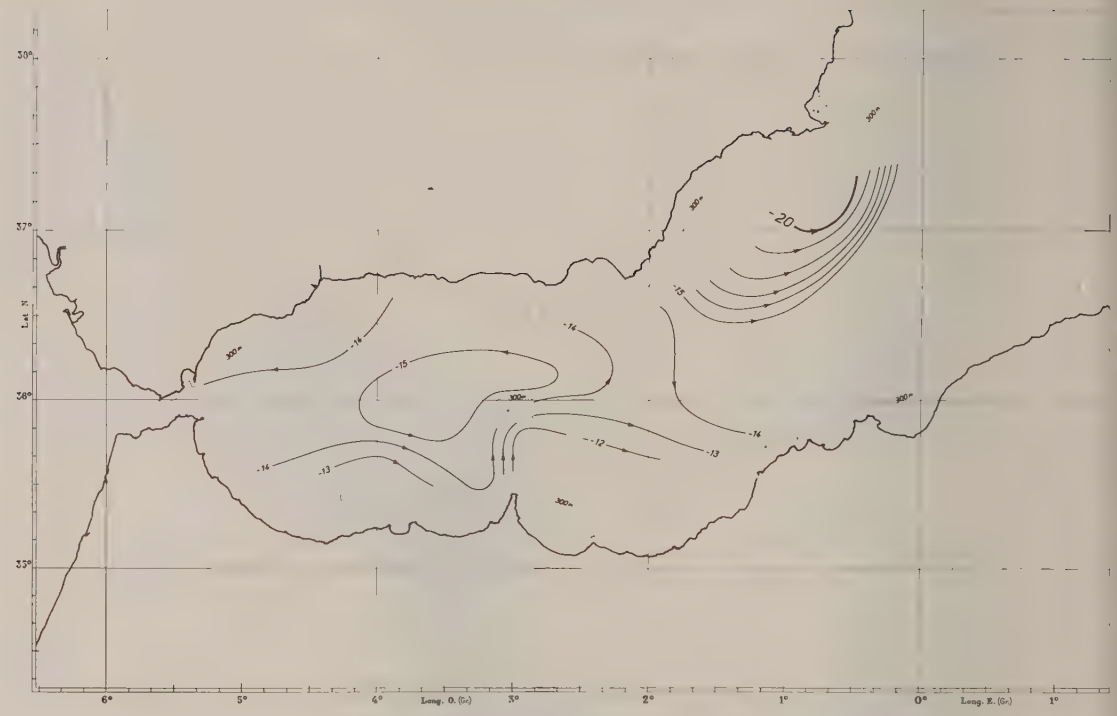

FIG. 16. — *Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 300 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

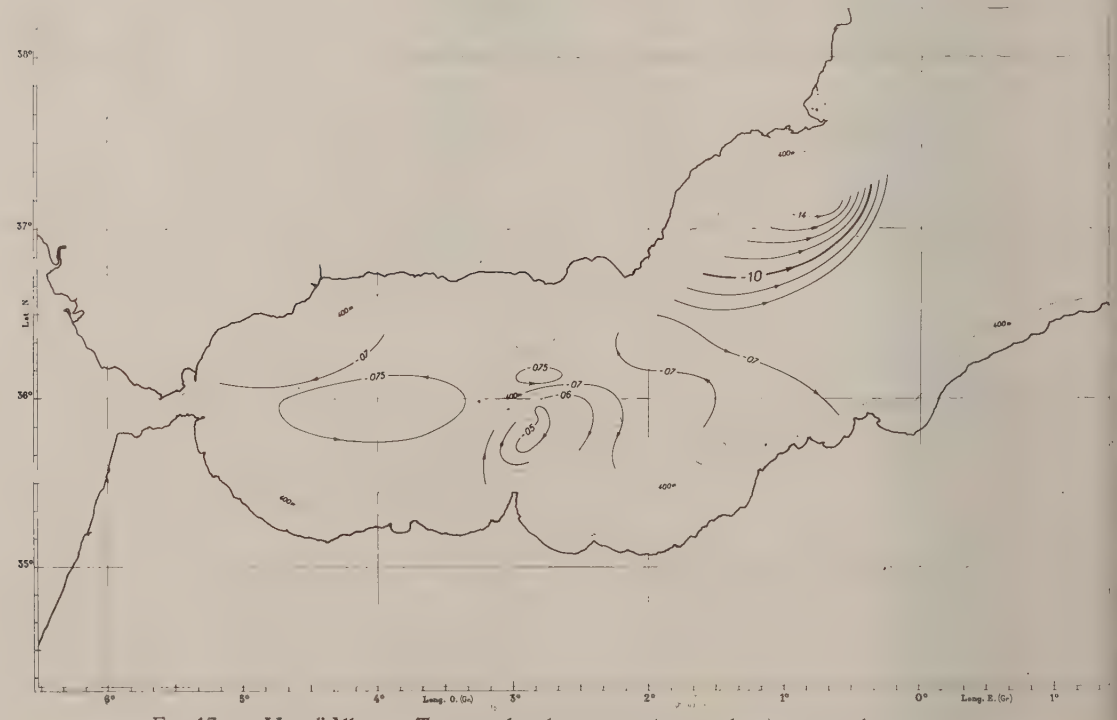

FIG. 17. — *Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 400 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.*

Cette zone de remous qui se situe entre le seuil d'Alboran et la ligne qui relie le cap de Gates au cap Falcon pourrait être la conséquence d'une diminution à cette profondeur du débit sortant vers le détroit de Gibraltar et, déjà peut-être à un certain rebroussement des eaux méditerranéennes qui viennent heurter le seuil d'Alboran à partir de ce niveau.

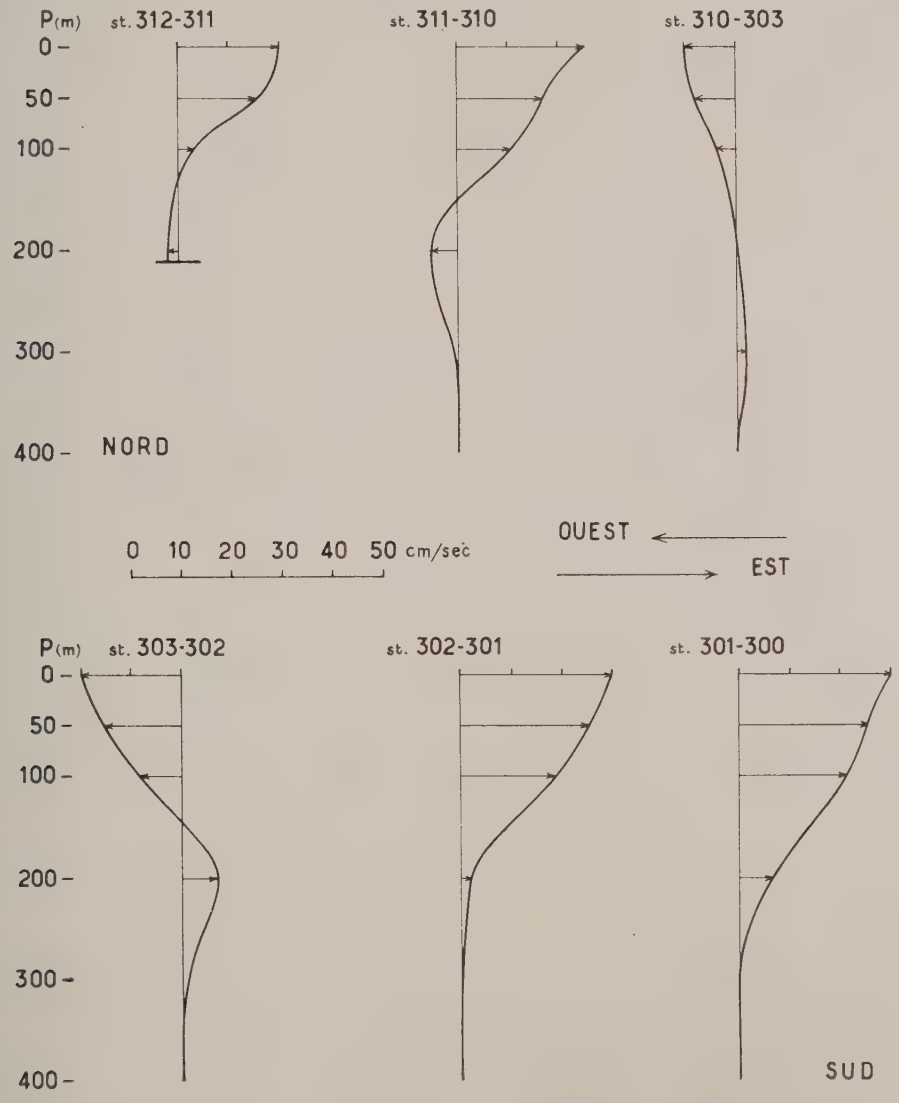

Fig. 18. — *Coupe verticale figurant les vitesses des courants, du canal de Majorque à la côte algérienne (Ténès).*

5° ***Coupe verticale des vitesses de Ténès au canal de Majorque*** (stations 312 à 300) (fig. 18). Nous avons choisi, ici encore, les stations les plus à l'est du secteur étudié et nous avons établi cette coupe dans les mêmes conditions que celle du nord. Elle correspond à la section hydrologique A1.

Du sud au nord, la coupe 300-312 indique près de la surface un courant intense de l'ordre de 30 cm seconde puis un courant plus faible vers l'ouest qui est encore atténué entre les stations 303-310. Plus au nord le courant porte de nouveau vers l'est.

Les deux mouvements, anticycloniques au nord et cyclonique au sud sont ici bien définis et un excès du flux atlantique se dirigeant vers l'est apparaît nettement contre la côte algérienne. Le mouvement cyclonique du sud pourrait être assimilé à celui pressenti par H. Lacombe (1954) d'après la section effectuée par l' « Elie-Monnier » en septembre 1952 s'il n'y avait entre ces deux secteurs une nouvelle poussée vers le NE des eaux atlantiques qui, seule, peut donner l'explication d'une accumulation d'eaux légères au NE de Minorque.

Les eaux méditerranéennes septentrionales et « orientales » qui apparaissent le plus nettement à hauteur des stations 301 à 303 sont animées d'un mouvement cyclonique, inversé par rapport au circuit sus-jacent, sauf à hauteur des stations 300 à 302 où elles tendent seulement à annuler le mouvement vers l'est. Leur présence de part et d'autre des Baléares prouve qu'elles seraient issues en partie de la Mer catalane, d'où elles s'écouleraient par les canaux de l'archipel.

III. - Le secteur à l'est de la Corse.

Cinq sections effectuées à l'E de la Corse permettent d'étudier la topographie dynamique et les courants.

Au niveau de 5 décibars (fig. 19), par rapport au niveau de référence de 500 décibars, un courant d'allure cyclonale, dont la branche ouest porte franchement vers le sud, serre la côte de l'île sur ses 2/3 sud et atteint la vitesse de 1,1 n à hauteur de Porto-Vecchio. Le centre bas de la dépression autour de laquelle il évolue se situe au SE des bouches de Bonifacio. La disposition des courbes indique qu'il s'agit d'un *contre-courant* issu du courant SN qui remonte la Mer tyrrhénienne.

Dans le canal corse, la méthode dynamique semble être en défaut si l'on considère les stations 375 et 377 où le fond se situe à moins de 100 m de profondeur. L'examen des densités laisse en effet apparaître une masse d'eaux plus légères qui se rabat contre le cap Corse et provient d'un apport occidental. Nous ne pouvons donc tenir compte, dans l'étude des courants de ce secteur que des mesures recueillies à la station 374, ce qui nous amène à reconnaître, dans ce passage, une suite du mouvement cyclonal étudié plus au sud. Il paraît évident que ce mouvement, de retour vers le sud, du courant principal SN ne peut être dû qu'à la poussée des eaux plus légères dont il est question plus haut.

Cette disposition laisse à penser que *le courant d'origine atlantique SN* qui remonte la Mer tyrrhénienne *ne franchit pas le canal corse*. Nous reviendrons plus loin sur cette constatation en établissant des comparaisons avec les travaux antérieurs.

Au niveau isobarique de 50 décibars (fig. 20), on observe un mouvement assez semblable, mais déjà très ralenti. La poussée des eaux plus légères du nord s'accentue le long de la côte orientale de l'île Corse et le mouvement cyclonique des eaux du sud reste bien défini.

Au niveau isobarique de 100 décibars (fig. 21), cette disposition est encore plus marquée, et on distingue une masse d'eaux plus légères, animée d'un mouvement d'allure anticyclonale, très lent (moins de 5 cm par seconde) entre le feu de la Fourmi et la Solenzara, cependant isolée des eaux légères qui se trouvent plus au nord et indiquant là un phénomène de plongée. Plus au sud, un nouveau mouvement cyclonique dû à une résurgence d'une eau plus profonde et sans doute « orientale » apparaît à hauteur de Porto-Vecchio.

A 200 décibars, la situation est sensiblement la même et les mouvements sont devenus très lents. La « couche orientale » occupe toute la partie sud du secteur.

Au niveau de 300 décibars (fig. 22), on assiste à un mouvement général vers le N des « *eaux orientales* », plus denses, qui sont encore légèrement déviées par la présence d'eaux mélangées au sud de Pianoza.

IG. 19, 20, 21, 22. — *Secteur à l'est de la Corse. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, par rapport au niveau de référence de 500 décibars.* En haut : à gauche, *au niveau de 5 décibars ;* à droite, *au niveau de 50 décibars ;* en bas : à gauche, *au niveau de 100 décibars ;* à droite, *au niveau de 300 décibars.*

LA CIRCULATION SUPERFICIELLE DANS LE BASSIN OCCIDENTAL DE LA MEDITERRANEE

La carte des courants en Méditerranée, établie par NIELSEN (1912) d'après les mesures effectuées par le « Thor » en 1908-1910 ne se rapporte qu'à des stations assez éloignées les unes des autres et ne peut donc donner qu'une idée très générale de la circulation. L'hydrographe de la mission danoise détermine en surface un courant O-E d'origine atlantique qui longe la côte africaine et se divise en deux branches à la hauteur de Bizerte, l'une qui emprunte le canal de Sicile et pénètre en Méditerranée orientale, l'autre qui se dirige vers le SO de la Mer tyrrhénienne et circule sur la périphérie du bassin occidental, remontant toute la côte italienne et passant devant la côte provençale pour suivre ensuite la côte ibérique vers le SO. Une autre branche se détache du courant atlantique à hauteur de Bône, remonte vers le N, à l'O de la Sardaigne, et rejoint le courant général à hauteur de la côte provençale. NIELSEN signale enfin une branche qui se détache du courant principal au centre de la Mer tyrrhénienne, se rabat vers la pointe SE de la Sardaigne et contourne l'île par le sud pour remonter ensuite en direction du N.

Nous ne considérerons, dans l'étude qui va suivre, que les travaux qui ont été effectués en été en Méditerranée occidentale.

1° Le secteur compris entre la côte algérienne, les Baléares et la Sardaigne.

J. LE FLOCH et V. ROMANOVSKY (1954) ont étudié la dynamique du bassin occidental en utilisant les stations d'été du « Thor » et en ont déduit un schéma assez différent de celui de NIELSEN, en donnant deux interprétations des résultats. La première fait ressortir un courant d'allure cyclonale qui entoure la Corse et la Sardaigne, en passant dans le fond du golfe de Gênes puis le long de la côte provençale et qui englobe un tourbillon de même allure dans le secteur provenço-corse. La deuxième fait passer une partie des isobares au sud des Baléares, mettant en relief dans ce secteur une branche du courant atlantique qui porte vers le NE jusqu'au 41e parallèle et se trouve ensuite rejetée vers le S-SO. Les salinités de surface ont été reportées par ces auteurs sur une carte qui indique, avec l'origine de l'eau superficielle, la trajectoire du courant au moment où les stations ont été effectuées ce qui permet d'observer un retour très net vers le SO de cette branche atlantique.

Cette dernière interprétation est en accord avec la nôtre dans ce secteur, mais à l'époque à laquelle nous avons travaillé, une grande partie de cette branche du courant atlantique était déjà rejetée vers le SO à hauteur d'Ivice, tandis qu'une plus faible partie contournait les Baléares par le N pour s'infléchir ensuite vers le SO après avoir franchi chaque seuil.

Les données du « Thor » sont par ailleurs insuffisantes pour juger de la direction des courants au SO de la Sardaigne. H. LACOMBE (1954), travaillant d'après les mesures effectuées par l' « Elie Monnier » en septembre 1952 a remarqué, au N du courant atlantique qui baigne la côte africaine un retour vers l'ouest d'une partie de ces eaux qui se seraient mélangées au SO de la Sardaigne et d'autre part un flux atlantique au S du 40e parallèle. Cette disposition concorde avec celle que nous avons décelée au sud des Baléares, impliquant l'existence d'un mouvement d'allure cyclonale dans ce secteur. Si l'on recherche l'origine des eaux superficielles par l'examen des salinités, il semble assez logique de faire remonter le courant atlantique vers le NE à partir du méandre remarqué au sud d'Ivice. Un nouveau mouvement d'allure cyclonale existerait alors au sud de cette branche, comportant sans doute, un centre tourbillonnaire.

2° Le nord de la Mer tyrrhénienne et le canal corse.

Nos données ne nous permettent pas, pour cette période de l'année, de suivre NIELSEN en ce qui concerne le passage direct, dans le canal corse du courant qui remonte la Mer tyrrhénienne. Nous avons vu en effet qu'il se rabattait contre la côte orientale de l'île et portait au sud après avoir rencontré des eaux plus légères d'origine occidentale.

Aux stations 127 et 128 du « Thor », qui se situent dans le nord de la Mer tyrrhénienne, vers e 41e parallèle, la salinité était plus forte qu'à la station 126, dans le sud du canal de corse, ce qui vait amené Nielsen à figurer une trajectoire se repliant vers le SO, en direction de la pointe SE de a Sardaigne. Il ne semble pas que les calculs dynamiques établis par d'autres auteurs d'après les onnées du navire danois permettent d'infirmer ce résultat, une seule station (126) où le potentiel est lus faible qu'aux points 127 et 128, plus méridionaux, ayant été effectuée dans le sud du canal de orse lors de la campagne du « Thor ». Il paraît d'ailleurs difficile, à moins d'extrapoler, de faire boutir la totalité des iso-dynamiques du courant NS, qui comporte, de rive à rive, une différence e 10 cm dynamiques, jusqu'au fond du golfe de Gênes où l'on n'observe qu'une différence de 5 cm ynamiques entre les deux stations considérées (123 et 125). Nous rappellerons enfin que nous avons ttribué dans nos résultats une différence de potentiel de 10 cm dynamiques au courant qui se rabat n direction S le long de la côte corse. Il apparaît donc qu'un tel courant pouvait exister à l'époque laquelle travaillait le « Thor ».

Et où se dirigerait cet important courant, sinon en grande partie le long des côtes sardes qu'il ngerait pour contourner l'île par le sud ? Certains lâchers de flotteurs semblent étayer cette hypo- hèse, si l'on se rapporte aux cartes publiées par Romanovsky (1955) et qui indiquent dans la plupart es cas en période d'été un contre-courant portant au sud contre les côtes orientales de Corse et ême de Sardaigne (été 1952). Ce courant serait constitué par un retour du courant S-N de la Mer yrrhénienne ; on observe également certaines trajectoires indiquant qu'une branche issue du bassin uest a contourné le cap pour pénétrer dans le canal corse.

Dans le sud de la Mer ligurienne, les travaux de L. Trotti (1954) mettent en évidence entre le ap Corse, Viareggio et l'île d'Elbe, un mouvement d'allure anticyclonale qui semble permanent ans ce secteur et qui deviendrait tourbillonnaire aux approches de l'été. L'allure des isohalines, dont e taux décroît toujours vers le sud, indique qu'il ne s'agit pas d'une accumulation d'eaux légères pro- enant de l'ouest ou du sud, mais d'une eau de transition qui se serait rapidement réchauffée, ainsi que indiquent les courbes de densité dont l'allure détermine un point haut dans ce secteur.

° Le secteur compris entre la côte provençale, la Corse, la Sardaigne et Minorque.

Reprenons la discussion précédente sur l'interprétation des trajectoires de courant suivant les onnées recueillies à partir du « Thor ». J. le Floch et V. Romanovsky (1954) avaient reconnu la résence d'un tourbillon dans le secteur compris entre la Provence et la Corse. Les isodynamiques — 42, — 44 et — 46 (niveau de référence 600 décibars), isolées du courant de la Mer tyrrhénienne, ourraient se rabattre autour de ce tourbillon, de même qu'elles pourraient se replier au nord des Baléares, comme l'avaient également envisagé ces auteurs. Nous retrouverions alors cet infléchisse- ent de l'avancée atlantique, semblable à celui que nous avons remarqué dans nos résultats, au NE e Minorque. H. Lacombe (1954) avait également constaté un retour vers l'ouest des eaux atlantiques ans le secteur considéré, entre les stations 8 et 9 de l' « Elie-Monnier ».

Un tel mouvement ne peut s'expliquer que par une poussée du SE dans laquelle on pourrait etrouver l'aboutissement de ce courant qui redescend à l'ouest de la Mer tyrrhénienne et contourne a Sardaigne par le sud ; il remonterait vers le nord suivant la trajectoire indiquée par Nielsen. Son nfluence serait importante si on en juge par la déformation occasionnée à l'avancée atlantique des Baléares et il est vraisemblable qu'il s'écarte des côtes sardes après avoir franchi la pointe SO de île, créant un mouvement d'allure anticyclonale à hauteur de 2/3 nord de la côte ouest de l'île.

La topographie dynamique d'après les données de Nielsen ne laisse que peu de place au retour 'un tel courant au sud de la Sardaigne mais il est probable qu'il se serre très près de la côte, attei- nant une vitesse assez grande. Une récente étude de P. Tchernia et B. Saint-Guily (1959), d'après ne section effectuée par l' « Elie-Monnier » en mars 1955 entre la Sardaigne et la Tunisie, émontre l'existence de ce mouvement portant à l'ouest, dans le nord du canal, à la fin de l'hiver.

° La branche méridionale du courant atlantique.

F. Bernard (1952), étudiant les mesures recueillies à partir du « Président-Théodore-Tissier » t d'escorteurs de la Marine nationale en 1950 au nord de la côte africaine, signalait que le flux tlantique s'écartait parfois à une grande distance du rivage. Nous avons constaté, comme lui, une

accumulation des eaux atlantiques à hauteur de Nemours et une déviation du courant vers le large à partir de Mostaganem. A hauteur de Philippeville et de La Calle, le même auteur situe ces eaux plus au large, à 40 milles environ de la côte algérienne. Les travaux de J. LE FLOCH, d'après les mesures du « Mameluck » sur la radiale au NO de La Galite en juin 1950, aboutissent cependant à des résultats très différents, la salinité moyenne des eaux de surface étant, sur toute la section, inférieure à 37.20 ‰. A hauteur du banc des Esquerquis et dans le canal de Sicile, nous nous référerons aux travaux du Cdt GUYOT sur les mesures effectuées par les escorteurs de la Marine nationale en Tunisie.

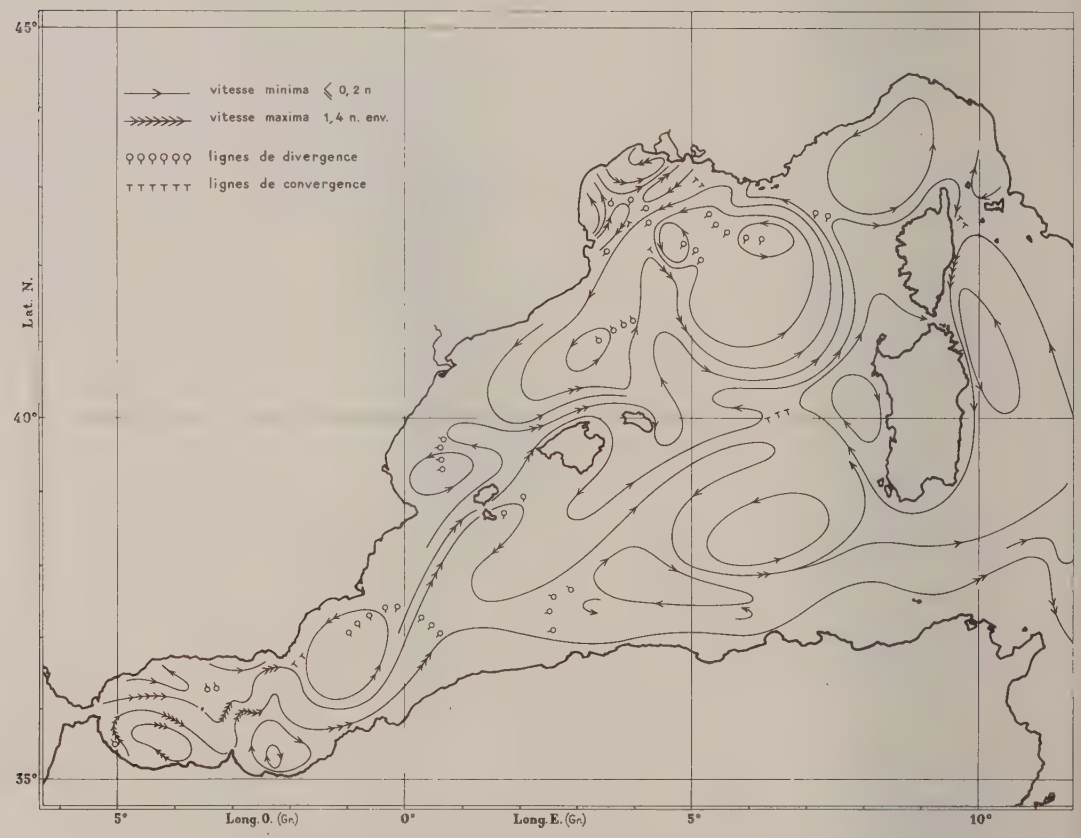

FIG. 23. — *Carte schématique des courants superficiels en été dans l'ouest du bassin occidental.*

5° Essai de synthèse sur la circulation d'été dans le bassin occidental (fig. 23).

Bien qu'il puisse paraître prématuré d'esquisser une carte des courants superficiels, en été, dan la partie ouest du bassin occidental de la Méditerranée, il nous a cependant semblé logique de coo donner des résultats qui se recoupent en de nombreux points. Nous reprendrons donc, avec l nôtres, les données des auteurs cités dans la précédente discussion, en considérant surtout les calcu dynamiques, pour proposer cet essai de synthèse.

Sur le schéma ainsi établi, nous pouvons distinguer plusieurs mouvements d'allure cyclonale déterminés par les creux suivants :

1° au N, entre la côte provençale et le 40e parallèle.

2° au NE, en Mer ligurienne,

3° au NO, entre la côte catalane et les Baléares,

4° au S, entre la côte algérienne, les Baléares et la Sardaigne,

5° au SO, entre la côte algérienne et la côte ibérique, aux abords de la Mer d'Alboran,

6° dans l'O de la Mer tyrrhénienne.

Les eaux d'origine atlantique forment une avancée fortement plissée dont l'axe d'abord de direction NE, se situe parallèlement et au sud des Baléares, puis se divise en deux branches situées de part et d'autre de la grande dépression du nord ; c'est l'épanchement de ces eaux plus légères qui va scinder en plusieurs tourbillons le grand mouvement cyclonal annoncé par NIELSEN. D'autres intumescences se situent au-dessus des hauts-fonds, notamment en Mer d'Alboran. dans le Golfe du Lion et dans le golfe de Gênes, déterminant des mouvements dextrogyres.

CONCLUSION

Dans le secteur étudié et sans doute dans la totalité du bassin occidental, la circulation superficielle en été est bien plus complexe qu'on ne le supposait auparavant et n'est pas constituée par un seul grand mouvement d'allure cyclonale. La plupart des courants, alimentés par le flux atlantique débouchant du détroit de Gibraltar et par des apports fluviaux dont le plus important est celui du Rhône, sont déterminés par une succession d'élévations et de creux dont le potentiel dynamique diminue vers le NE, au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source principale, indiquant ainsi l'assimilation progressive, d'un tourbillon à l'autre, des eaux les plus légères par les eaux les plus denses.

Le caractère ascensionnel des eaux profondes et notamment des « eaux orientales » est mis en évidence dans tous les cas où il y a divergence, principalement dans les secteurs où les mouvements généraux semblent, en apparence, être en opposition avec la loi de Coriolis : c'est le cas dans la zone qui s'étend de la côte de Provence à Minorque et dans la dépression qui se situe entre les îles Baléares et la côte algérienne ; c'est le cas également dans le nord de la Mer tyrrhénienne.

L'ensemble de la circulation en Méditerranée occidentale constitue un paradoxe par le fait que des masses considérables d'eau atlantique que ne peut absorber entièrement le canal de Sicile refluent en plusieurs endroits vers le nord. Cette disposition pourrait permettre à elle seule de démontrer l'instabilité de cette mer et l'influence des mouvements profonds verticaux, mouvements qui sont accentués par la transformation progressive des eaux superficielles qui se chargent en sels sous l'effet de l'évaporation et plongent dans les zones de contact.

Cette étude nous a conduits à déterminer des courants non signalés jusqu'ici, et à mieux connaître l'allure du courant atlantique dans la partie SO du bassin occidental. Elle nous a permis en outre, en considérant les travaux antérieurs, de dresser une esquisse de la circulation superficielle en été dans l'ensemble du bassin algéro-provençal.

Les travaux effectués en Méditerranée en septembre et octobre 1958 à partir du « Président-Théodore-Tissier » vont nous permettre d'examiner dans une prochaine étude, tout le secteur situé au nord du 42e parallèle et d'obtenir quelques précisions sur la circulation en automne entre la côte de Provence et la Corse et dans le golfe de Gênes.

BIBLIOGRAPHIE

I Méthodes de calcul

Bjerknes et Sandstrom (J. W.), 1910. — Dynamic meterorology and hydrography. — *Carnegie Instit. Washington,* Pub n° 88 146 p., tables.

Knudsen (Martin), 1901. — Hydrographical tables, Copenhagen G.E.C. GAD.

Lafond (E. C.), 1951. — Processing oceanographic data. — H. O. Pub. n° 614 U.S. Navy hydrographic office Washington.

Matthews (D. J.), 1932. — Tables for the determination of the density, C.P.I.E.M., Copenhague.

Rouch (J.), 1949. — Type de calcul pour la détermination des courants par la méthode de Bjerknes. — *Bull. Inform C.O.E.C.,* n° 9, nov. p. 5-9.

Sverdrup (H. V.), Johnson (Martin W.) et Fleming (Richard H.), 1942. — The oceans, their physics, chemistry an general biology. — Prentice-Hall, Inc. New-York.

II Travaux antérieurs

« Atlantis » (Stations hydrographiques de l'), Bull. hydrogr. année 1958, C.P.I.E.M., Copenhague 1952.

Bernard (F.), 1952. — Eaux atlantiques et méditerranéennes au large de l'Algérie. I - Hydrographie, sels nutritifs e phytoplancton en 1950. — *Ann. Inst. océanogr.* Monaco **27** (1) p. 1-48.

— 1956. — Eaux atlantiques et méditerranéennes au large de l'Algérie. II - Courants et nannoplancton de 1951 1953. — *Ann. Inst. océanogr.* Monaco, **31** (4) p. 231-34.

Bougis (P.), 1958. — Contribution à la connaissance des courants superficiels dans le nord-ouest de la Méditerrané occidentale. — *Comm. int. Explor. sci. Méditerranée, Rapp. et P.-V.,* vol. **14** n.s., p. 67-84.

Bougis (P.) et Ruivo (M.), 1955. — Sur l'utilisation des flotteurs en matière plastique (modèle siphonophore) pour l'étud des courants. — *Bull Inform.* C.O.E.C., **7** (4), p. 159-71.

Bougis (P.), Ginat (M.) et Ruivo (M.), 1956. — Recherches hydrologiques sur le Golfe du Lion. — *Vie et Milieu,* **7** (1 18 p.

— 1957. — Contribution à l'hydrologie de la Mer catalane. Résultat des campagnes du « Professeur Lacaze Duthiers ». — *Vie et Milieu,* suppl. n° 6, p. 123-164.

Furnestin (J.), 1960. — Hydrologie de la Méditerrannée occidentale (Golfe du Lion, Mer catalane, Mer d'Alboran, Cors orientale) juin-juillet 1957. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.,* **24** (1).

Guyot (M. A.), 1951. — L'hydrologie du Canal de Sicile. — *Bull. Inform. C.O.E.C.,* **3** (7) p. 269-280.

Lacombe (H.), 1954. — Contribution à l'étude de la Méditerranée occidentale. Aperçu dynamique. — *Bull. Inform C.O.E.C.* **6** (1) p. 31-35.

— 1956. — Même titre. — *Bull. Inform. C.O.E.C.* **8** (9) p. 455-463.

Le Floch (J.), 1951. — Caractéristiques hydrologiques et transport des masses d'eaux dans le Canal de Sicile en mars e juin 1950. — *Bull. Inform. C.O.E.C.,* **3** (7) p. 281-300.

Le Floch et Romanovsky (V.), 1954. — Circulation superficielle des eaux dans la partie orientale du bassin occidenta de la Méditerranée. — *Travaux du C.R.E.O.,* **1** (1).

Menendez (N.), 1955. — El estrecho de Gibraltar, clave de la Océanografia de sus mares contiguos. — *Las communica ciones euro-africanas a traves del estrecho de Gibraltar,* Consejo superior de investigaciones cientificas, Institud de estudios africanas, Madrid, **2**, p. 61-87.

Nielsen (J. N.), 1912. — Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters — Report on the Danish oceanogra phical expedition 1908-1910, Copenhague.

Romanovsky (V.), 1955. — Résultats de la détermination dans le bassin occidental de la Méditerranée des courants supe ficiels par la méthode des flotteurs dérivants. — *Travaux du C.R.E.O.,* **2** (1, 2).

Tchernia (P.) et Saint-Guily (B.), 1959. — Nouvelles observations hydrologiques d'hiver en Méditerranée occidental — *Cahiers océanogr. C.O.E.C.,* **11** (7) p. 499-542.

Trotti (L.), 1954. — Report on the oceanographic investigations in the Ligurian and North Tirrenian seas. Hydr graphy. — *Centro talassografico Tirreno,* n° 16, Gênes.

TABLE DES FIGURES

Figures		Pages
1.	— Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants par rapport au niveau de référence de 500 décibars, au niveau de 5 décibars	122
2.	— Mer catalane. — Id. — au niveau de 5 décibars	123
3.	— Golfe du Lion. — Id. — au niveau de 50 décibars	126
4.	— Mer catalane. — Id. — au niveau de 50 décibars	126
5.	— Golfe du Lion. — Id. — au niveau de 100 décibars	127
6.	— Mer catalane. — Id. — au niveau de 100 décibars	127
7.	— Golfe du Lion. — Id. — au niveau de 200 décibars	128
8.	— Mer catalane. — Id. — au niveau de 200 décibars	128
9.	— Golfe du Lion. — Id. — au niveau de 400 décibars	129
10.	— Mer catalane. — Id. — au niveau de 400 décibars	129
11.	— Coupe verticale figurant les vitesses des courants, de la côte provençale à Minorque	130
12.	— Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants par rapport au niveau de référence de 500 décibars, au niveau de 5 décibars	134
13.	— Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 50 décibars	134
14.	— Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 100 décibars	135
15.	— Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 200 décibars	135
16.	— Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 300 décibars	136
17.	— Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 400 décibars	136
18.	— Coupe verticale figurant les vitesses des courants, du canal de Majorque à la côte algérienne (Ténès)	137
19.	— Secteur de l'est de la Corse. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, par rapport au niveau de référence de 500 décibars, au niveau de 5 décibars	139
20.	— Secteur à l'est de la Corse. — Id. — au niveau de 50 décibars	139
21.	— Secteur à l'est de la Corse. — Id. — au niveau de 100 décibars	139
22.	— Secteur à l'est de la Corse. — Id. — au niveau de 300 décibars	139
23.	— Carte schématique des courants superficiels en été dans l'ouest du bassin occidental	142